

PCT

世界知的所有権機関  
国際事務局

特許協力条約に基づいて公開された国際出願



(51) 国際特許分類6  
G03F 1/08, 7/20, H01L 21/30

A1

(11) 国際公開番号

WO99/66370

(43) 国際公開日

1999年12月23日(23.12.99)

(21) 国際出願番号

PCT/JP99/03218

(22) 国際出願日

1999年6月16日(16.06.99)

(30) 優先権データ

特願平10/169721 1998年6月17日(17.06.98)  
特願平10/290181 1998年10月13日(13.10.98)

JP

JP

(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)

株式会社 ニコン(NIKON CORPORATION)[JP/JP]  
〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号  
富士ビル Tokyo, (JP)  
(72) 発明者: および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ)  
西 健爾(NISHI, Kenji)[JP/JP]  
〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル  
株式会社 ニコン 知的財産部内 Tokyo, (JP)  
(74) 代理人  
大森 聰(OMORI, Satoshi)  
〒214-0014 神奈川県川崎市多摩区登戸2075番2-501  
大森特許事務所 Kanagawa, (JP)

(81) 指定国 AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM)

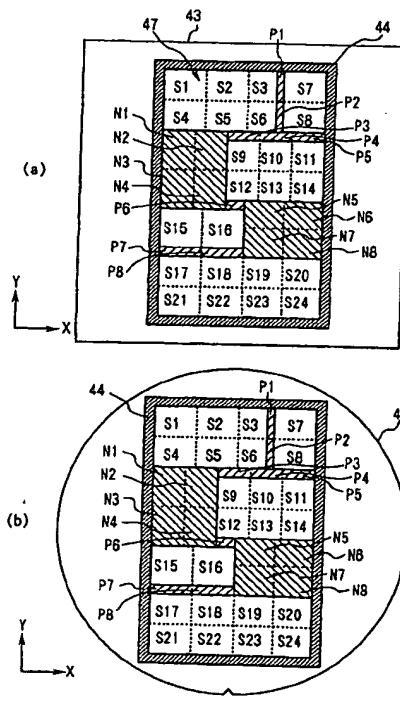
添付公開書類  
国際調査報告書

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING MASK

(54) 発明の名称 マスクの製造方法

(57) Abstract

A method for producing a mask having patterns formed by connecting various circuit units arranged in a positional relationship through interconnection patterns. A pattern area (47) of a working reticle (43) is divided into already-existing patterns (S1 to S24) and newly-provided patterns (N1 to N8, P1 to P8). For the already-existing area (S1 to S24), reduced patterns of an already-produced master reticle are projected by image stitching by means of an optical projection aligner. For the newly-provided patterns (N1 to N8, P1 to P8), magnified patterns are drawn by means of an electron beam lithography apparatus to produce a new master reticle. The reduced image of the master reticle is transferred by image stitching by exposure by using an optical projection aligner.



(57)要約

種々の回路ユニットを所定の位置関係で配置して、これらの間を配線パターン等でつなぐことによって形成できるパターンを有するマスクを、短時間に製造するためのマスクの製造方法である。ワーキングレチクル（43）のパターン領域（47）を既存パターン部（S1～S24）と、新規パターン部（N1～N8, P1～P8）とに分割し、既存パターン部（S1～S24）については作成済みのマスターレチクルのパターンを、光学式の投影露光装置を用いて画面継ぎしながら縮小投影する。新規パターン部（N1～N8, P1～P8）については、拡大したパターンを電子線描画装置で描画することによって新たにマスターレチクルを製造し、これらのマスターレチクルの縮小像を光学式の投影露光装置で画面継ぎしながら露光する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

|                 |            |                   |               |
|-----------------|------------|-------------------|---------------|
| AE アラブ首長国連邦     | DM ドミニカ    | KZ カザフスタン         | RJ ロシア        |
| AL アルバニア        | EE エストニア   | LC セントルシア         | SD スーダン       |
| AM アルメニア        | ES スペイン    | LI リヒテンシュタイン      | SE スウェーデン     |
| AT オーストリア       | FI フィンランド  | LK スリランカ          | SG シンガポール     |
| AU オーストラリア      | FR フランス    | LR リベリア           | SI スロヴェニア     |
| AZ アゼルバイジャン     | GA ガボン     | LS レソト            | SK スロバキア      |
| BA ボスニア・ヘルツェゴビナ | GB 英国      | LT リトアニア          | SL シエラ・レオネ    |
| BB バルバドス        | GD グレナダ    | LV ルクセンブルグ        | SN セネガル       |
| BE ベルギー         | GE グルジア    | MA モロッコ           | SZ スワジ兰ド      |
| BF ブルガリア・ファン    | GH ガーナ     | MC モナコ            | TD チャード       |
| BG ブルガリア        | GM ガンビア    | MD モルドバ           | TG チャゴス       |
| BJ ベナン          | GN ギニア     | MG マダガスカル         | TJ タジキスタン     |
| BR ブラジル         | GW ギニア・ビサオ | MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア | TZ タンザニア      |
| BY ベラルーシ        | GR ギリシャ    | 共和国               | TM トルクメニスタン   |
| CA カナダ          | HR クロアチア   | ML マリ             | TR トルコ        |
| CF 中央アフリカ       | HU ハンガリー   | MN モンゴル           | TT トリニダッド・トバゴ |
| CG コンゴー         | ID インドネシア  | MR モルタニア          | UA ウクライナ      |
| CH スイス          | IE アイルランド  | MW モラウイ           | UG ウガンダ       |
| CI コートジボアール     | IL イスラエル   | MX メキシコ           | US 米国         |
| CM カメルーン        | IN インド     | NE ニジエール          | UZ ウズベキスタン    |
| CN 中国           | IS アイスランド  | NL オランダ           | VN ヴィエトナム     |
| CR コスタ・リカ       | IT イタリア    | NO ノールウェー         | YU ユーロースラビア   |
| CU キューバ         | JP 日本      | NZ ニュージーランド       | ZA 南アフリカ共和国   |
| CY キプロス         | KE ケニア     | PL ポーランド          | ZW ジンバブエ      |
| CZ チェコ          | KG キルギスタン  | PT ポルトガル          |               |
| DE ドイツ          | KP 北朝鮮     | RO ルーマニア          |               |
| DK デンマーク        | KR 韓国      |                   |               |

## 明細書

## マスクの製造方法

## 5 技術分野

本発明は、例えば半導体素子、撮像素子（C C D等）、液晶表示素子、  
10 プラズマディスプレイ又は薄膜磁気ヘッド等を製造するためのリソグラ  
フィ工程中で、ウエハ等の基板上に転写される原版パターンの形成され  
たマスクの製造方法、並びにこの製造方法で使用できる露光方法及び裝  
置に関し、例えばエキシマレーザ光等を露光ビームとする透過型のレチ  
クル、軟X線等のEUV光を露光ビームとする反射型のレチクル、又は  
電子ビームを露光ビームとするメンブレン構造のマスク等を製造する際  
に使用して好適なものである。

## 15 背景技術

従来、例えば半導体素子を製造する際に、マスクとしてのレチクル  
(又はフォトマスク) のパターンをフォトレジストが塗布されたウエハ  
の各ショット領域に転写するために、露光ビームとして水銀ランプのi  
線（波長365nm）、又はKrFエキシマレーザ光（波長248nm）  
20 を用いると共に、開口数NAが0.7程度までの投影光学系を用いた投  
影露光装置（ステッパー等）が使用されていた。露光ビームの波長を入  
所定のプロセス係数をkとすると、ウエハ上での解像度は $k \cdot \lambda / NA$   
で表されるため、ウエハ上に転写できるライン・アンド・スペースパターン  
の像の従来の最小線幅は180nm程度であった。また、従来のレ  
チクルの大きさは5インチ角、又は6インチ角が主流であった。

この場合、投影光学系の投影倍率は通常1/4又は1/5程度である

ため、その最小線幅に対応するレチクルのパターンの線幅（投影倍率を1/4とする）は、720 nm程度になる。従来このようなパターンを備えたレチクルは、所定の基板上に電子線描画装置を用いて原版パターンを直接描画することによって製造されていた。

5 上記の如く従来のレチクルは、最大で6インチ角程度の基板に、ウエハ上での最小線幅が180 nm程度になる原版パターンを電子線描画装置で直接描画することによって製造されていた。しかしながら、電子線描画装置は、原版パターンの各部を所定の断面形状のビームで連続的に描画していくため、描画時間が長くなり、レチクルの製造時間が長くなるという不都合があった。特に、通常は複数の製造ラインで同じレチクルがワーキングレチクルとして並行に使用されるため、同じ原版パターンを有するレチクルを複数枚製造する必要がある。この際に、個々のワーキングレチクルのパターンをそれぞれ電子線描画装置で描画するのでは、製造に要する時間が非常に長くなってしまう。

10

15 また、描画精度としては、レチクルの全面で最小線幅の5%程度の精度が必要になるため、最小線幅を720 nmとすると、36 nm程度の精度が必要になる。従って、レチクルの大きさが6インチである場合には、ほぼ150 mmの長さで36 nm程度 ( $\approx 2.4 \times 10^{-7}$ ) の精度が必要になるが、このような描画精度は、電子ビームのドリフト等を考慮すると現状の電子線描画装置の限界に近くなっている。

20

更に、今後も半導体素子等の高集積化に対応するために、解像度は益々向上する。即ち、これから数年は、ウエハ上で最小線幅が180～100 nm程度のパターンを転写するために、露光ビームとしてArFエキシマレーザ光（波長193 nm）、F<sub>2</sub>レーザ光（波長157 nm）、又は固体レーザ光等の真空紫外域（VUV：Vacume Ultraviolet）のレーザ光の使用が検討されている。この100 nm程度より長い真空

25

紫外域の露光ビーム用のレチクルとしては、例えば蛍石 (CaF<sub>2</sub>) 等を基板とした透過型のレチクルが使用できる。

また、その後の世代の半導体素子用としてより解像度を高めるために、露光ビームとして軟X線（波長13～6nm程度）等の極端紫外光（Extreme Ultraviolet光：EUV光）を用いると共に、投影光学系として3～5枚程度の凹面鏡、及び凸面鏡を組み合わせた縮小倍率の反射系を用いた露光装置の開発が行われようとしている。このようにEUV光を用いた場合には、透過率の良好な光学材料がないことから、使用されるレチクルは反射型になると考えられる。

更に、ウエハ上に格子状に薄い膜状部材を形成し、これらの膜状部材内にそれぞれ所定の開口パターンを形成してなるメンブレン構造のマスク（ステンシルマスク等）を電子ビームにて照射し、その膜状部材中の開口パターンの像を所定の縮小倍率で画面継ぎを行なながら被露光基板上に転写することによって、大面積のパターンを高い解像度で転写する電子線露光装置の使用も検討されている。これらのEUV光を用いた露光装置、又は電子線露光装置を使用することによって、130～30nm程度の解像度を得ることができると予想されている。

このようにウエハ上で180～30nm程度の解像度を得るために、投影光学系の投影倍率を1/4倍とすると、レチクルのパターンの最小線幅は720nm～120nm程度となる。更に、レチクルの大きさは今後は9インチ角程度になると考えられているため、描画精度を最小線幅の5%程度とすると、電子線描画装置として必要な精度は約230mmの長さに対して36～6nm程度（約1.6×10<sup>-7</sup>～2.6×10<sup>-8</sup>程度）となるが、このような高い精度を実現するのは現状では困難である。更に、レチクルの面積が大型化し、かつパターンが微細化すると、描画時間が一層長くなるため、特に複数枚のワーキングレチクルを製造

する場合には、製造時間が長くなり過ぎるという不都合もある。

また、近年、例えばA S I C (application-specific IC:特定用途向けIC) を製造する場合のように、予め設計されているC P U部やメモリ部等の種々の回路ユニットを所定の配列で配置して、それらを配線等でつなぐことによって所望の機能を達成する半導体素子を製造する手法が注目されている。この手法によれば、種々の機能の半導体素子を短期間に開発することができるため、例えばマルチメディア、及びデジタルT V等の分野で広く利用されることが予想される。しかしながら、このような場合にも、各レチクルの原版パターンをそれぞれ電子線描画装置を用いて描画するものとすると、レチクルの製造時間が長くなるために、特に種々の半導体素子を開発する場合の開発期間をあまり短縮できないという不都合がある。

そこで、最近は、レチクル上のパターンを拡大した原版パターンを作成し、この原版パターンを複数枚の親パターンに分割してマスターレチクル上に描画し、これらの複数枚のマスターレチクルのパターンの像を縮小投影型の露光装置を用いて画面継ぎを行いながらガラス基板上に転写することによって、実露光用のレチクル (ワーキングレチクル) を製造する方法が検討されている。このように画面継ぎを行いながら転写を行う場合には、隣接する親パターンの像の境界部 (継ぎ部) の継ぎ誤差を小さくすると共に、その境界部の近傍における露光量のばらつきを小さくする必要がある。

このように継ぎ誤差を小さくして、境界部の近傍の露光量のばらつきを小さくするために使用できる露光方法としては、レチクルのパターンの像を画面継ぎを行いながらウエハ上の各ショット領域に転写するため、日本国特開平6-132195号公報及び対応する米国特許第5477304号に開示されているように、露光光の照明領域の照度分布を

両端部で次第に低くなるような台形状として、隣接するレチクルのパターンの像の所定幅の境界部を重ねて露光する方法がある。そのように照明領域の照度分布を台形状とするための第1の方法としては、その照明領域を規定するためのレチクルブラインド（可変視野絞り）の配置面を5その照明領域（レチクルのパターン面）に対してデフォーカスさせる方法がある。しかしながら、この方法では、例えば照明光学系の開口絞りの形状を通常の円形（通常照明）から複数の偏心した開口（変形照明）に切り換えたような場合に、その照度分布の形状が台形状でなくなる恐れがある。

10 そのように照度分布の形状が変化するのを防止するためには、例えば照明条件に応じてレチクルブラインドのデフォーカス量を変化させたりすればよいが、これでは照明光学系の機構が複雑化するという不都合がある。

15 また、実質的に照明領域の照度分布を台形状とするために、露光中にレチクルブラインドを構成するブレードを移動する方法も提案されているが、これもレチクルブラインドの駆動機構が複雑化して、照明光学系の機構が複雑化するという不都合がある。

20 また、その照明領域と共に位置に設置されたレチクルブラインドの端部を半透明にすることによって、照明領域の照度分布を台形状とする方法も考えられるが、この方法ではその半透明部に異物が付着していると、その照明領域で照度むらが発生する。これを避けるためには、照明光学系に供給される気体の防塵機構の精度を高める必要があるため、やはり照明光学系の機構が複雑化するという不都合がある。

25 本発明は斯かる点に鑑み、転写用のパターンが形成されたマスクを短時間に、かつ高精度に製造できるマスクの製造方法を提供することを第1の目的とする。

更に本発明は、種々の回路ユニットを所定の位置関係で配置して、これらの間を配線パターン等でつなぐことによって形成できるパターンを有するマスクを、短時間に製造できるマスクの製造方法を提供することを第2の目的とする。

5 また、本発明は、大面积で微細な転写用のパターンが形成されたマスクを短時間に、かつ高精度に製造できるマスクの製造方法を提供することを第3の目的とする。

更に、本発明は、転写用のパターンを複数枚のパターンに分割して画面継ぎを行いながら転写する場合に、照明光学系の機構を複雑化する10 となく、それら複数枚のパターンの像の境界部の継ぎ誤差を小さくして、その境界部の近傍の露光量のむらを小さくできる投影露光方法を提供することを第4の目的とする。

更に本発明は、そのように画面継ぎを行いながら1枚のマスクパターンを製造する際に、複数枚のパターンの像の継ぎ誤差を小さくしてその15 マスクパターンを高精度に製造することができる投影露光方法を提供することを第5の目的とする。

更に本発明は、そのような投影露光方法を実施できる投影露光装置、及びその投影露光方法を用いたデバイスの製造方法を提供することをも目的とする。

20

## 発明の開示

本発明による第1のマスクの製造方法は、転写用のパターン(47)が形成されて所定の露光ビームに照射されるマスク(43；45)の製造方法において、その転写用のパターンを拡大した原版パターンの設計データを作成し、少なくとも一枚の第1の基板(55A, 55B)上に所定の波長域の光を吸収する色素が混入された感光材料(52)を塗布25

して、その第1の基板上にその原版パターンの少なくとも一部を描画する第1工程と、その第1の基板上の前記感光材料を現像する第2工程と、その第1の基板をそれぞれその第2工程で残された感光材料をマスクパターンとする親マスクとして、その感光材料で吸収される波長域の照明光を露光ビームとして縮小投影を行う投影露光装置を用いて、その親マスクのパターンの縮小像をそのマスクとなる第2の基板（43）上に露光する第3工程と、を有するものである。  
5

斯かる本発明によれば、その転写用のパターンを拡大した原版パターンが、例えば電子線描画装置によってその第1の基板上に描画される。  
10 その後、その第1の基板上の感光材料の現像によって残される感光材料をマスクパターンとして、その感光材料中の色素によって吸収される波長域の光を露光光とする露光装置を用いて縮小投影を行うことによって、その第1の基板に対してクロム膜の蒸着やエッチング等を行う工程を実行することなく、高速にそのマスクを製造することができる。また、例  
15 えばその電子線描画装置では、転写用のパターンの拡大パターンを描画すればよいため、その拡大倍率を $\alpha$ 倍とすると、描画誤差の影響はほぼ $1/\alpha$ に縮小されるため、その転写用のパターンが高精度に形成される。

次に、本発明による第2のマスクの製造方法は、転写用のパターン（47）が形成されたマスク（43；45）の製造方法において、その転写用のパターンの設計データに基づいて、その転写用のパターンを既存パターン部（S17, S18）と新規形成用パターン部（P7, P8）とに分割する第1工程と、その新規形成用パターン部のパターンに対応する原版パターン（P7N, P8N）を第1の基板（55A）上に描画して第1の親マスクを作成する第2工程と、その既存パターン部のパターンに対応する原版パターンが形成されているマスク（46A, 46B）を第2の親マスクとして、その第1及び第2の親マスクのパターンの像  
20  
25

を継ぎ合わせながらそのマスクとなる第2の基板（43）上に露光する第3工程と、を有するものである。

斯かる本発明によれば、その新規形成用パターン部に対応する原版パターンのみが例えば電子線描画装置によって新たに描画されて、既存パターン部に対応する原版パターンが形成された第2の親マスクは、既に作成されている親マスクが転用（共用）される。この場合、新規形成用パターン部は、全体の転写用のパターンの一部であるため、その電子線描画装置において、描画するパターンの全体の長さに対する描画誤差の比率がほぼ一定であるとみなすと、新規形成用パターン部の描画誤差は、10 その原版パターンの全体を描画する場合に比べて小さくできる。従って、その原版パターンの全体を電子線描画装置で描画する方法と比べると、そのマスクを短時間で、かつ高精度に作成できる。

次に、本発明による第3のマスクの製造方法は、所定の線状パターン（59）を含む転写用のパターン（47）が形成されたマスク（43）の製造方法において、その転写用のパターンの拡大パターンをその線状パターン（59）の中間部に対応する位置を境界部として複数の親パターン（57, 58）に分割し、この複数の親パターンの縮小像をそのマスクとなる基板上に継ぎ合わせて投影露光するに際して、その複数の親パターン（57, 58）中のその線状パターンの境界部に対応する部分20 に長手方向に所定幅の重なり部（57a, 58a）を設けると共に、この重なり部にそれぞれ先端部の広いテーパ部を設けたものである。

斯かる本発明によれば、その拡大パターンを複数の親パターンに分割し、これらの親パターンの像を画面継ぎを行なながら転写することによって、大面積の転写用のパターンを短時間に形成できる。また、その複数の親パターンの縮小像の重なり部（57a, 58a）の長手方向の設計上の長さを $2 \cdot \Delta L$ として、それらの縮小像を継ぎ合わせて露光する

と、通常の露光量で位置ずれ量が無い状態では、長さが $2 \cdot \Delta L$ で中央部が太い境界部(59a)が形成される。ただし、その重なり部では二重露光が行われると共に、回り込んだ光による露光も行われるため、例えば露光量を多めにする(オーバ露光する)ことによって、その境界部(59a)はほぼ平坦にできる。このとき、その複数の親パターンの縮小像同士の位置決め誤差が長手方向、及びこれに直交する方向に $\pm \Delta L$ 程度生じても、その境界部(59a)が細くなることはない。従って、微細なパターンを高精度に形成することができる。

次に、本発明による第1の投影露光方法は、所定のパターンを複数枚のマスクパターンに分割し、これら複数枚のマスクパターンの像を投影光学系(PL2)を介して画面継ぎを行いながら基板(218)上に露光することによって、その所定のパターンの全体の像をその基板上に転写する投影露光方法であって、その所定のパターンをそれら複数枚のマスクパターンに分割する際に隣接する2つのマスクパターン(236A～240A, 236B～240B)の境界部にそれぞれ重複部よりなる重ね合わせ部(237A～240A, 237B～240B)を設けておき、これら複数枚のマスクパターンの各マスクパターン(236A～240A)の像をその投影光学系を介してその基板上に露光する際に、このマスクパターン中でその投影光学系に対して固定された所定の視野(210)内のパターンの像をその投影光学系を介してその基板上に露光すると共に、このマスクパターンとその基板とをその視野に対してこのマスクパターンの重ね合わせ部(237A～240A)の幅及び露光時間に応じて同期して移動させるものである。

斯かる本発明によれば、ステッパーのような静止露光型(一括露光型)の投影露光装置で画面継ぎを行いながら露光を行うことで、その基板(218)上に1枚のパターンの像が転写される。即ち、例えば図17

(a 1) に示すように、その視野 (210) に対してそのマスクパターンの内の一部の重ね合わせ部 (237A, 240A) の大部分が収まり、残りの重ね合わせ部 (238A, 239A) が外れるように位置決めが行われ、重ね合わせ誤差が許容範囲内に収まるようにその基板 (218) の位置決めが行われた後、その視野 (210) に均一な照度分布で露光ビームを照射する。

この後、そのマスクパターンを視野 (210) に対して矢印 (243R) で示す方向に移動させて、図17 (b 1), (c 1) に示すように、残りの重ね合わせ部 (238A, 239A) が完全に視野 (210) 内に収まってから露光ビームの照射を停止する。これによって、対応する基板 (218) 上での露光量の分布は、例えば図18の折れ線 (244A) で示すように台形状となる。即ち、照明光学系の機構を複雑化することなく、台形状の照度分布が得られて、隣接するマスクパターンの像を重ね合わせて得られる境界部の近傍での露光量のむらは小さくなる。

更に、各マスクパターンの移動に同期して例えば図17 (a 2), (b 2), (c 2) に示すように、視野 (210) と共に露光領域 (230) に対して基板 (218) を矢印 (243W) で示す方向に移動させることによって、隣接するマスクパターンの像の境界部での継ぎ誤差は平均化効果によって小さくなる。

次に、本発明による第2の投影露光方法は、所定のパターンを複数枚のマスクパターンに分割し、これらの複数枚のマスクパターンの像を投影光学系を介して画面継ぎを行いながら基板 (259) 上に露光することによって、その所定のパターンの全体の像をその基板上に転写する投影露光方法であって、その所定のパターンを少なくとも所定方向に沿ってその複数枚のマスクパターンに分割すると共に、その所定方向に隣接する2つのマスクパターン (255) の境界部にそれぞれ重複部よりも

る重ね合わせ部（253, 254）を設けておき、その複数枚のマスクパターンの各マスクパターン（255）の像をその投影光学系を介してその基板（259）上に露光する際に、このマスクパターン中でその投影光学系に対して固定されてその所定方向に長い視野（210S）内の  
5 パターンの像をその投影光学系を介してその基板上に露光した状態で、その視野に対してこのマスクパターンとその基板とを実質的にその所定方向に直交する方向（Y方向）にその投影光学系の投影倍率と同じ速度比で同期して走査しつつ、このマスクパターンとその基板とをその視野に対してこのマスクパターンの重ね合わせ部（253, 254）の幅及び露光時間に応じてその所定方向（Y方向）に同期して移動させるもの  
10 である。

斯かる本発明によれば、ステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光型の投影露光装置で画面継ぎを行いながら露光を行うことによって、その基板（259）上に1枚のパターンの像が転写される。この際に、例えば図19に示すように、露光対象のマスクパターン（255）の両側の重ね合わせ部（253, 254）、及びその重ね合わせ部を除く部分（252）のその所定方向の幅をそれぞれL、及びL1として、そのマスクパターン上の視野（210S）のその所定方向の幅をL2とすると、幅L2は次のように設定される。

20 
$$L_2 = L_1 + 2 \cdot L \quad (1)$$

また、その重ね合わせ部（253, 254）に対する照度分布が全体として端部に行くほど小さくなるようにするために、視野（210S）のその所定方向（非走査方向）に直交する走査方向（X方向）の幅をH、その視野（210S）に対するそのマスクパターンの走査速度をVRとすると、一例として1以上の整数nを用いて、そのマスクパターンを非走査方向に対して振幅Lで、かつ以下の条件を満たす周期TRで振動  
25

(移動) させることが望ましい。

$$V_R \cdot T_R = H / n \quad (2)$$

$$\text{即ち, } T_R = H / (n \cdot V_R) \quad (3)$$

これは、例えば図 19 (a) ~ (e) に示すように、そのマスクパターンが走査方向に視野の幅 H だけ移動する際に、そのマスクパターンが非走査方向に n 回振動することを意味する。これによって、そのマスクパターンは視野 (210S) に対して正弦波状に移動し、走査露光後の基板 (259) 上での露光量の分布は、例えば図 20 の曲線 (258A) で示すように台形状となり、隣接するマスクパターンの像を重ね合わせて得られる境界部の近傍での露光量のむらは小さくなる。

更に、各マスクパターンが正弦波状に移動するのに同期して、例えば図 19 (f) に示すように、視野 (210S) と共に露光領域 (230S) に対して基板 (259) を正弦波状に移動させることによって、隣接するマスクパターンの像の境界部での継ぎ誤差は平均化効果によつて小さくなる。

また、上記の第 1、又は第 2 の投影露光方法において、その基板上に転写される所定のパターンを 1 枚のマスクパターンとすることによって、そのマスクパターンを画面継ぎ方式で露光する際の継ぎ誤差が小さくなる。

次に、本発明による第 1 の投影露光装置は、マスクに形成されたパターンを投影光学系 (PL2) を介して基板上に露光する投影露光装置において、その投影光学系は所定の視野 (210) 内のそのマスクのパターンの像をその基板上に露光する光学系であり、そのマスクを保持して所定方向 (243R) に移動自在のマスクステージ (214, 215) と、その基板を保持してその所定方向を含む二次元方向に移動自在の基板ステージ (219, 220) と、そのマスクの視野 (210) 内のパ

ターンの像がその投影光学系を介してその基板上に露光されている際に、そのマスクステージ及びその基板ステージを駆動してそのマスク (R A) のパターンの端部 (237A ~ 240A) がその視野から所定幅だけはみ出すように、そのマスクとその基板とを同期してその所定方向に移動させる制御系 (212) と、を有するものである。斯かる本発明によれば、本発明の第1の投影露光方法が実施できる。

次に、本発明による第2の投影露光装置は、マスクに形成されたパターンを投影光学系 (PL 2) を介して基板上に露光する投影露光装置において、その投影光学系は所定方向に長い視野 (210S) 内のそのマスクのパターンの像をその基板上に露光する光学系であり、そのマスクを保持してその所定方向 (非走査方向: Y方向) 及びこの所定方向に実質的に直交する方向 (走査方向: X方向) に移動自在のマスクステージ (214, 215) と、その基板を保持してその所定方向を含む二次元方向に移動自在の基板ステージ (219, 220) と、そのマスクの視野 (210S) 内のパターンの像がその投影光学系を介してその基板上に露光されている際に、そのマスクステージ及びその基板ステージを駆動してそのマスク及びその基板をその所定方向に実質的に直交する方向 (走査方向) に同期して移動させると共に、そのマスク (251A) のパターンの端部 (253, 254) がその視野から所定幅だけはみ出すように、そのマスクとその基板とを同期してその所定方向 (非走査方向) に移動させる制御系 (212) と、を有するものである。斯かる本発明によれば、本発明の第2の投影露光方法が実施できる。

次に、本発明のデバイスの製造方法は、本発明の第1又は第2の投影露光方法を用いてデバイスパターン (マスクパターン及び半導体デバイス等のパターンを含む) をワークピース上に転写する工程を含むものである。

## 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態で使用されるレチクル設計システム、及びレチクル製造システムを示すブロック図である。図 2 は図 1 中のエキシマレーザ光源 2 及び光露光部 3 2 よりなる投影露光装置を示す構成図である。図 3 において、(a) は製造対象とするワーキングレチクル 4 3 を示す平面図、(b) は製造対象とする反射型のレチクル 4 5 を示す平面図である。図 4 は図 3 (a) 中の一部の既存パターン部に対応するマスターレチクルを示す図である。図 5 は図 3 (a) 中の一部の新規パターン部に対応するマスターレチクルを示す図である。図 6 は既存パターン用のマスターレチクルを示す側面図である。図 7 は新規パターン用のマスターレチクルの製造工程を示す図である。図 8 は、本発明の実施の形態におけるレチクル設計からレチクル製造までの動作の一例を示すフローチャートである。図 9 はその実施の形態において画面継ぎを行いながら露光を行う場合の説明図である。図 10 は、図 9 の例において露光量を次第にオーバ露光にした場合に得られる線状パターンの形状を示す図である。図 11 は、図 9 の例においてつなぎ露光時の横ずれの影響を示す説明図である。図 12 は、所定の重なり部を設けない状態で、横ずれが発生した場合に得られる線状パターンの形状の変化を示す図である。図 13 は、所定の重なり部を設けない状態で、線状パターンの長手方向に位置ずれが発生した場合の形状の変化を示す図である。図 14 は、本発明の第 2 の実施の形態で使用される投影露光装置を示す構成図である。図 15 は本発明の第 2 の実施の形態で製造されるワーキングレチクル WR のパターン配置、及び対応するマスターレチクル RA, RB のパターン配置を示す図である。図 16 は、図 14 の投影露光装置でマスターレチクル RA のパターンの像をガラス基板 218 上に投影す

る際の説明に供する要部の斜視図である。図17は、第2の実施の形態において、マスターレチクルRAとガラス基板218とを同期移動させて露光を行う場合の説明図である。図18は、図17の露光動作で得られる積算露光量の分布の一例を示す図である。図19は、本発明の第3の実施の形態において、マスターレチクル251Aとガラス基板259とを蛇行するように同期移動させて露光を行う場合の説明図である。図20は図19の露光動作で得られる積算露光量の分布の一例を示す図である。図21は本発明の第3の実施の形態の露光動作、及びこの変形例を示す図である。

10

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適な第1の実施の形態につき図面を参照して説明する。

図1は、本例のマスクとしてのレチクルの設計システム、及びこれによって設計された転写用のパターンが形成されたワーキングレチクルを15 製造するためのレチクル製造システム41を示し、この図1において、小型コンピュータよりなる設計用の端末39a～39dにおいてそれぞれ半導体素子等の各レイヤの回路パターン（チップパターン）に対応するレチクルパターンの部分的な設計が行われる。各端末39a～39dにおける設計領域の分担等は、中型コンピュータよりなる回路設計集中20 管理装置38によりネットワークを介して管理されている。

25 このように設計されるレチクルパターンには線幅精度の厳しい部分と比較的緩い部分とがあり、各端末39a～39dにおいて回路の分割が可能な位置（例えば線幅精度の緩い部分）を識別するための識別情報が生成され、この識別情報が部分的なレチクルパターンの設計データと共に回路設計集中管理装置38に伝送される。そして、回路設計集中管理

装置 38 は、各レイヤで使用されるレチクルパターンの設計データの情報、及び分割可能な位置を示す識別情報を、ネットワークを介してレチクル製造システム 41 中のコンピュータよりなる工程管理装置 40 に伝送する。

5 本例のレチクル製造システム 41 は、そのレチクルパターンを所定の倍率  $\alpha$  ( $\alpha$  は例えば 4 倍、又は 5 倍等) で拡大した原版パターンを、上記の識別情報によって定められる分割位置で複数の原版パターンに分割し、これらの分割された原版パターンをそれぞれ親マスクとしてのマスター レチクル上に形成する。又は、一部の分割された原版パターンについては、既存のマスター レチクルを使用する。そして、それらの複数のマスター レチクルのパターンを  $1/\alpha$  で縮小した像を画面継ぎを行いながら所定の基板上に露光する (つなぎ露光を行う) ことによって、半導体素子等の各レイヤの回路パターンを製造する際に使用されるワーキングレチクルを製造する。

10

15 レチクル製造システム 41 を構成する主な部材は、その工程管理装置 40 の他に、EB (電子線) 描画部 33、露光光源としてのエキシマレーザ光源 2、光露光部 32、及びレジストの塗布と現像とを行うコータ・デベロッパ部 37 である。EB 描画部 33 は、合成石英等の石英 ( $SiO_2$ )、フッ素 (F) を混入した石英、又は萤石 ( $CaF_2$ ) 等からなり所定の電子線レジストが塗布された基板上に電子ビームを用いて所定の新規のパターンを描画する電子線描画装置よりなる。また、エキシマレーザ光源 2 及び光露光部 32 より、エキシマレーザ光を露光光としてマスター レチクルの像のつなぎ露光を行う縮小投影型の投影露光装置が構成されている。なお、本例の投影露光装置は、従来のフォトリピータに 20 対して、種々の大きさのマスター レチクルの縮小像を画面継ぎを行いながら露光する点が大きく異なっている。

25

上記の部材の他にレチクル製造システム 4 1 中には、 E B 描画部 3 3 中の真空の雰囲気中と、それぞれほぼ大気圧の所定の気体の雰囲気中に 5 あるコータ・デベロッパ部 3 7 と、光露光部 3 2 との間で基板の受け渡しを行う基板搬送部 3 4 、マスター・レチクルやワーキング・レチクル用の複数の基板を収納する基板収納部 3 6 、及び予めクロム蒸着等によって所定の基板上に既存パターンが形成されている複数のマスター・レチクルを収納する既存・レチクル収納部 3 5 が配置されている。

次に、エキシマレーザ光源 2 、及び光露光部 3 2 よりなる本例の投影露光装置の構成につき、図 2 を参照して説明する。本例の投影露光装置 10 は、投影光学系として反射屈折系を使用するステップ・アンド・スキャン方式の露光装置である。

図 2 は、本例の投影露光装置を示し、この図 2 において、エキシマレーザ光源 2 としては、発振波長が 193 nm で発振スペクトルの半値幅が 1 pm 程度以下の ArF エキシマレーザ光源が使用されている。ただし、その代わりに KrF エキシマレーザ光源を使用してもよい。また、露光光源として、 F<sub>2</sub> レーザ光源（波長 157 nm ）、固体レーザ光源、又は水銀ランプ等を使用する場合にも本発明が適用できる。そして、露光制御装置 1 により発光状態が制御されたエキシマレーザ光源 2 から射出されたパルス光よりなる照明光 I L は、ミラー 3 で偏向されて第 1 照明系 4 に達する。

第 1 照明系 4 にはビームエキスパンダ、光量可変機構、及びオプティカル・インテグレータ（ホモジナイザー）としてのフライアイレンズ等が含まれている。そして、第 1 照明系 4 の射出面（本例ではフライアイレンズの射出側焦点面）に多数の光源像が面状に分布する 2 次光源が形成され、この 2 次光源の形成面に照明条件を種々に切り換えるための切り換えレポルバ 5 （図 1 4 の例の絞り可変板 205 に対応する）が配置

5 されている。切り換えレボルバ 5 の側面には、通常の円形の開口絞り、光軸から偏心した複数の開口よりなる所謂変形照明用の開口絞り、輪帶状の開口絞り、及び小さい  $\sigma$  値用の開口絞り等が形成され、切り換え装置 6 を介して切り換え用レボルバ 5 を回転することによって、所望の照明系開口絞り ( $\sigma$  絞り) がその第 1 照明系 4 の射出面に配置される。例えば後述の親マスクとしてのマスターレチクルのパターンの微細度等に応じて照明条件が最適化される。

10 切り換え装置 6 の動作は、露光制御装置 1 によって制御され、露光制御装置 1 の動作は、装置全体の動作を統轄制御する主制御装置 7 によって制御されている。本例では複数枚のマスターレチクル 4 6 A, 5 5 A, …の縮小像のつなぎ露光を行うため、主制御装置 7 には、図 1 の工程管理装置 4 0 よりそれらのマスターレチクルの露光データ等が供給されている。なお、図 2 では代表的にマスターレチクル 4 6 A の露光を行うものとして説明する。切り換え用レボルバ 5 で設定された照明系開口絞りを透過した照明光 I L は、透過率の大きいビームスプリッタ 8 に入射し、ビームスプリッタ 8 で反射された微少量の照明光は、光電検出器よりなるインテグレータセンサ 9 で受光され、インテグレータセンサ 9 の検出信号が露光制御装置 1 に供給されている。その検出信号は、ウエハ上の露光量を間接的にモニタするため等に使用される。

15 20 一方、ビームスプリッタ 8 を透過した照明光 I L は、第 2 照明系 1 0 を介して照明視野絞り系 (レチクルブラインド系) 1 1 を照明する。照明視野絞り系 1 1 は、可動ブラインドと固定ブラインドとに分かれており、固定ブラインドは、固定された細長い矩形の開口を有する視野絞りであり、可動ブラインドはレチクルの走査方向及び非走査方向に独立に動く開閉自在の 2 対の可動ブレードを有している。固定ブラインドの配置面は露光対象のマスターレチクル 4 6 A のパターン面と共に役な面から

その光軸方向に所定距離だけ離れて設定されており、固定ブラインドの開口によって、マスターレチクル 4 6 A に対する照明領域が細長い矩形に設定される。そして、マスターレチクル 4 6 A のパターン面と共に面に配置される可動ブラインドで走査露光の開始時及び終了時にその固定ブラインドの開口の覆いをそれぞれ徐々に聞く動作、及び閉める動作が行われる。これによって、被露光基板としてのワーキングレチクル 4 3 上で本来の露光領域以外の領域に照明光が照射されるのが防止される。

また、本例では後述のように例えばマスターレチクル 5 5 A では、パターン領域内から選択された一部のパターンのみを露光するため、そのように一部のパターンのみを選択する場合にも、照明視野絞り系 1 1 中の可動ブラインドが使用される。この照明視野絞り系 1 1 中の可動ブラインドの動作は、駆動装置 1 2 によって制御されており、ステージ制御装置 1 3 によってマスターレチクル 4 6 A 等とワーキングレチクル 4 3 との同期走査を行う際に、ステージ制御装置 1 3 は、駆動装置 1 2 を介してその可動ブラインドを同期して駆動する。照明視野絞り系 1 1 を通過した照明光 I L は、第 3 照明系 1 4 を経てマスターレチクル 4 6 A のパターン面（下面）の矩形の照明領域 1 5 を均一な照度分布で照明する。

以下では、露光中のマスターレチクル 4 6 A のパターン面に平行な面内で図 2 の紙面に垂直に X 軸を、図 2 の紙面に平行に Y 軸を取り、そのパターン面に垂直に Z 軸を取って説明する。このとき、走査露光時のレチクルの走査方向は Y 方向に設定されている。マスターレチクル 4 6 A 上の照明領域 1 5 内のパターンは、コラム 2 5 中に保持された両側（又は像面側に片側）テレセントリックの投影光学系 P L を介して投影倍率  $\beta$  ( $\beta$  は例えば  $1/4$ ,  $1/5$  等) で縮小されて、フォトトレジストが塗布されたワーキングレチクル 4 3 上の露光領域 1 6 に結像投影される。その投影倍率  $\beta$  は、ワーキングレチクルのパターンの拡大倍率  $\alpha$  の逆数

に設定されている ( $\beta = 1 / \alpha$ )。

投影光学系 PL は開口数 NA が例えば 0.7 程度の反射屈折系であると共に、物体面側の上端部にディストーションを正確に補正するためのディストーション補正板 42 が設置されている。本例ではつなぎ露光を行ったため、例えば投影光学系 PL の露光領域 16 の左右、及び上下で隣接する縮小像の画面継ぎを行うことがある。この場合に、露光領域 16 内の位置によってディストーションの状態が異なると、許容範囲を超える継ぎ誤差が生じる恐れがある。そこで、予め投影光学系 PL の露光領域 16 内でのディストーションの状態を計測し、この計測結果に基づいて露光領域 16 内の各位置でのディストーションをそれぞれ所定の許容範囲内に収めるように、ディストーション補正板 42 には凹凸加工等が施されている。このディストーション補正効果と、走査露光による平均化効果とによってディストーションに起因する継ぎ誤差は極めて低く抑えられる。

15 図 2において、マスターレチクル 46A は、レチクルステージ 17 上に保持され、レチクルステージ 17 はレチクル支持台 18 上にエアペアリングを介して載置された状態で、リニアモータによって Y 方向に一定速度で移動できると共に、X 方向、Y 方向、及び回転方向 ( $\theta$  方向) に微動できるように構成されている。レチクルステージ 17 の端部に固定された移動鏡 19m、及び不図示のコラムに固定されたレーザ干渉計 19 によって、レチクルステージ 17 (マスターレチクル 46A) の X 方向、Y 方向の位置が常時 0.001  $\mu$ m (1 nm) 程度の分解能で計測されると共に、レチクルステージ 17 の回転角も計測され、この計測値に基づいてステージ制御装置 13 がレチクルステージ 17 の動作を制御する。

また、本例では複数枚のマスターレチクル 46A, 55A, …を交換

しながら露光を行う必要があるため、レチクル支持台 18 の近傍には、露光に必要な枚数のレチクルを収納するレチクルライブラリ、及びレチクル交換機構（不図示）が配置されている。主制御装置 7 は、露光シーケンスに従ってそのレチクル交換機構を介して高速にレチクルステージ 5 17 上のマスターレチクルの交換を行う。

一方、製造対象のワーキングレチクル 43 の基板は、基板ホルダ 20 を介して試料台 21 上に保持され、試料台 21 は基板ステージ 22 上に載置され、基板ステージ 22 は、定盤 23 上にエアペアリングを介して載置された状態で、リニアモータによって Y 方向に一定速度で移動できると共に、X 方向、Y 方向にステップ移動できるように構成されている。また、基板ステージ 22 内には、試料台 21 を Z 方向に移動する Z ステージ機構、及び試料台 21 の傾斜角を調整するチルト機構（レベリング機構）が組み込まれている。

試料台 21 の側面部に固定された移動鏡 24 m、及び不図示のコラム 15 に固定されたレーザ干渉計 24 によって、試料台 21（ワーキングレチクル 43）の X 方向、Y 方向の位置が常時  $0.001 \mu\text{m}$  程度の分解能で計測されると共に、試料台 21 の回転角及びチルト角も計測され、この計測値に基づいてステージ制御装置 13 は、基板ステージ 22 の動作を制御する。なお、本例の基板ステージ 22 は、通常の露光装置のウエハステージに相当するステージであり、本例の投影露光装置は基板ホルダ 20 を半導体ウエハ（wafer）用のホルダに交換することによって、半導体素子を製造するための露光装置としても使用できるものである。

走査露光時には、主制御装置 7 からステージ制御装置 13 に露光開始のコマンドが送出され、これに応じてステージ制御装置 13 では、基板ステージ 17 を介してマスターレチクル 46 A を Y 方向に速度 V<sub>R</sub> で走査するのと同期して、基板ステージ 22 を介してワーキングレチクル 4

3をY方向に速度 $\beta \cdot VR$  ( $\beta$ は投影倍率) で走査する。また、投影光学系PLの側面部に、ワーキングレチクル43の表面の複数の計測点の  
5でZ方向の位置(フォーカス位置)を計測する斜入射方式の多点のオートフォーカスセンサ(以下、「AFセンサ」という)26が配置されて  
いる。多点のAFセンサ26の計測値に基づいて、フォーカス・チルト  
制御装置27は、ワーキングレチクル43の表面のフォーカス位置及び  
10傾斜角を求める。この計測値は、主制御装置7を介してステージ制御装置13に供給され、ステージ制御装置13は、供給された計測値に基づいて、オートフォーカス方式、及びオートレベリング方式で試料台21  
15中のZステージ機構等を制御して、ワーキングレチクル43の表面を投影光学系PLの像面に合わせ込む。

更に、投影光学系PLの側面にオフ・アクシス方式のアライメントセンサ28が固定されており、アライメント時にはアライメントセンサ28、及びこれに接続されたアライメント信号処理装置29によって、ワーキングレチクル43の例えばパターン領域の外側に形成されているマーク(アライメントマーク)の位置検出が行われる。アライメント信号処理装置29にはレーザ干渉計24の計測値も供給され、そのマークの位置は、レーザ干渉計24によって計測される試料台21のX座標及び  
20Y座標に基づいて定められるステージ座標系(X, Y)上の座標である。そのマークの位置は主制御装置7に供給される。また、マスターレチクル46Aの上方にはこのレチクルの2つのアライメントマークの位置を検出する1対のレチクルアライメント顕微鏡(不図示であるが、図  
2516の例のレチクルアライメント顕微鏡232A, 232Bに対応する)が配置されており、試料台21上の試料ホルダ20の近傍には、アライメント用の基準マークが形成された基準マーク部材FM(図16の例の基準マーク部材224に対応する)が固定されている。

マスター・レチクル 4 6 A のアライメント時には、その 1 対のレチクルアライメント顕微鏡によってマスター・レチクル 4 6 A 上のアライメントマークと、対応する基準マーク部材 F M 上の所定の基準マークとの位置ずれ量が検出され、この位置ずれ量が所定の許容範囲内に収まるように 5 レチクルステージ 1 7 の位置を調整することで、マスター・レチクル 4 6 A がステージ座標系 (X, Y) に対してアライメントされる。この後は、例えばアライメントセンサ 2 8 の検出中心と基準マーク部材 F M 上の別の基準マークとの位置ずれ量を検出して、アライメントセンサ 2 8 でワーキングレチクル 4 3 上のマークの位置を検出することによって、ワーキングレチクル 4 3 上の所望の位置にマスター・レチクル 4 6 A のパターン像を露光することができる。なお、本例ではワーキングレチクル 4 3 上に 1 層の露光を行えばよいだけであるため、必ずしもアライメントセンサ 2 8 を使用することなく、レーザ干渉計 2 4 の計測値のみを用いてワーキングレチクル 4 3 の位置を制御することによっても、高精度につ 10 なぎ露光を行うことができる。

15 また、本例の投影光学系 P L には、投影光学系 P L 内の所定のレンズを微動するレンズ駆動系 3 0 が備えられ、主制御装置 7 が像補正装置 3 1 を介してレンズ駆動系 3 0 を駆動することで、大気圧等の変動に対する投影光学系 P L のディストーション等の結像特性の変動を抑制するこ 20 とができる。

次に、本例のレチクル設計システム、及びレチクル製造システムを用いて所定のワーキングレチクルを製造する際の動作の一例につき、図 8 のフローチャートに沿って説明する。まず、図 8 のステップ 1 0 1 において、図 1 の端末 3 9 a ~ 3 9 d より回路設計集中管理装置 3 8 に製造 25 対象のレチクル（ワーキングレチクル 4 3）の部分的な設計データ、及び分割可能な箇所（本例では、線幅制御精度の緩い部分）を示す識別情

報を入力する。回路設計集中管理装置 3 8 は、全部の部分的な設計データを統合した 1 つのレチクルパターンの設計データ、及びこれに対応する識別情報をレチクル製造システム 4 1 の工程管理装置 4 0 に伝送する。次のステップ 1 0 2 で、工程管理装置 4 0 は、供給されたレチクルパターンの設計データ、及び識別情報に基づいて、そのレチクルパターンを M 枚の既存パターン部と N 枚 (N, M は 1 以上の整数) の新規パターン部とに分割する。

この場合、図 1 の光露光部 3 2 の投影倍率  $\beta$  ( $\beta$  は  $1/4$ ,  $1/5$  等) を用いて、既存パターン部とは、既に製造済みのデバイス用のマスター レチクルのパターンを  $\beta$  倍で縮小したのと同一のパターンであり、既存パターンが形成されたマスターレチクルは、図 1 の既存レチクル収納部 3 5 に収納されている。これに対して、新規パターン部とは、それまでに作成したことが無いか、又は既存レチクル収納部 3 5 内のマスターレチクルには形成されていないデバイスのパターンである。

図 3 (a) は、製造対象のワーキングレチクル 4 3 のパターンの分割方法の一例を示し、この図 3 (a) において、ワーキングレチクル 4 3 上の枠状の遮光帯 4 4 に囲まれたパターン領域 4 7 が、既存パターン部 S 1 ~ S 2 4 、大きい面積の新規パターン部 N 1 ~ N 8 、及び小さい面積の新規パターン部 P 1 ~ P 8 よりなる 4 0 個の部分パターンに分割されている。図 3 における X 方向、Y 方向はそれぞれ図 2 の X 方向、Y 方向に対応していると共に、同じ種類のパターン部 (例えば S 1 ~ S 6) では、分割の境界線を点線で示している。また、既存パターン部 S 1 ~ S 2 4 の代表的な例は、1 つのパターン部よりなるか、又は複数のパターン部を継ぎ合わせて形成される C P U 、又はメモリ等である。一方、新規パターン部 N 1 ~ N 8 の例は、増設メモリ又は光電センサ等であり、新規パターン部 P 1 ~ P 8 の例は、配線部である。

この場合、工程管理装置 40 は不図示のレチクル搬送機構を用いて、既存パターン部 S1～S24 を拡大したパターンが形成されている M 枚のマスターレチクルを既存レチクル収納部 35 から搬出し、この M 枚のマスターレチクルを図 2 の投影露光装置（光露光部 32）のレチクルライブラリ（不図示）に格納する。

図 4 は、一部のマスターレチクルを示し、この図 4 において、マスターレチクル 46A～46H にはそれぞれ既存パターン部 S17～S24 を  $1/\beta$  倍に拡大した原版パターン S17B～S24B が形成されている。これらの原版パターン S17B～S24B は、例えばクロム (Cr) 膜等の遮光膜のエッチングにより形成されている。また、マスターレチクル 46A, 46B の原版パターンはそれぞれクロム膜よりなる遮光帯 56A, 56B によって囲まれ、遮光帯 56A, 56B の外側にアライメントマーク 64A, 64B が形成されている。同様に他のマスターレチクルについても、遮光帯及びアライメントマーク（不図示）が形成されている。

マスターレチクル 46A, 46B, … の基板としては、図 1 の光露光部 32 の露光光が KrF、又は ArF のエキシマレーザ光等であれば石英（例えば合成石英）を使用できる。また、その露光光が F<sub>2</sub> レーザ光等であれば、その基板として萤石やフッ素を混入した石英等が使用できる。更に、既存のマスターレチクル 46A, 46B, … は繰り返し使用されるため、パターン形成面に異物付着防止用の光透過性の平行平板よりなるペリクルが設けられている。

図 6 は、マスターレチクル 46A を示す側面図であり、この図 6 において、マスターレチクル 46A のパターン領域 48 の原版パターン S17B を覆うように、所定の厚さで所定の屈折率のペリクル 50 が固定されている。従って、図 2 の光露光部 32 の投影光学系 PL は、そのペリ

クル 5 0 の厚さを考慮して、マスター レチクル 4 6 A のパターン面とワーキング レチクル 4 3 の上面とを共役にしている。

次に、工程管理装置 4 0 は、図 3 (a) の新規パターン部 N 1 ~ N 8 , P 1 ~ P 8 を投影倍率  $\beta$  の逆数 ( $1/\beta$ ) 倍 (例えば 4 倍、又は 5 倍等) 5 で拡大した新規の原版パターンを生成する。そして、図 8 のステップ 1 0 3 ~ 1 1 0 において、それらの新規の原版パターンが形成されたマスター レチクルを製造する。即ち、工程管理装置 4 0 は、新規パターン部 の順序を示すパラメータ  $n$  の値を 0 にリセットして (ステップ 1 0 3) 、パラメータ  $n$  が N に達したかどうかを調べ (ステップ 1 0 4) 、  $n$  が N 10 に達していないときにはステップ 1 0 5 に移行して、パラメータ  $n$  の値に 1 を加算する。

そして、基板収納部 3 6 から取り出された蛍石、又はフッ素入りの石英等の  $n$  番目の基板にコーダ・デベロッパ部 (C/D 部) 3 7 において電子線レジストが塗布され、この基板は、そのコーダ・デベロッパ部 3 15 7 から基板搬送部 3 4 を介して E B 描画部 3 3 に搬送される (ステップ 1 0 6)。その基板には所定のアライメントマークが形成されている。E B 描画部 3 3 には、工程管理装置 4 0 より M 枚の新規パターンの拡大された原版パターンの設計データが供給されている。そこで、E B 描画部 3 3 は、その基板のアライメントマークを用いて、その基板の描画位置の位置決めを行った後 (ステップ 1 0 7) 、その基板上に  $n$  番目の原版パターンを直接描画する (ステップ 1 0 8)。その後、電子線で描画された基板はコーダ・デベロッパ部 3 7 に搬送されて、その電子線レジストの現像が行われる (ステップ 1 0 9)。本例の電子線レジストは、光露光部 3 2 で使用される露光光 (エキシマレーザ光) を吸収する特性 20 を有するため、その現像で残されたレジストパターンをそのまま原版パターンとして使用することができる。そこで、現像後の  $n$  番目の基板は、

*n* 番目の新規パターン部用のマスターレチクルとして、光露光部 3 2 のレチクルライブラリに搬送される（ステップ 1 1 0）。

ここで、図 7 を参照してそのマスターレチクルの製造工程につき詳細に説明する。まず、図 7 (a) に示すように、基板 5 1 に電子線レジスト 5 2 が塗布され、EB 描画部 3 3 において、真空の雰囲気下でその電子線レジスト 5 2 に原版パターンが描画される。その後、現像を行うことで、その電子線レジストがポジ型である場合には、図 7 (b) に示すように、パターン領域 5 3 A 中で電子線の照射されない領域のレジストパターン 5 2 a が、原版パターンとして残される。本例では、そのレジストパターン 5 2 a には光露光部 3 2 で使用される露光光を吸収する（又は反射も可）色素が含まれており、基板 5 1 に対して金属膜としてのクロム膜の蒸着、及びエッチングの工程を施すことなく、その基板 5 1 は例えばマスターレチクル 5 5 A として使用できる。これによって、マスターレチクルを短時間に、かつ低い製造コストで製造できる利点がある。

ただし、この場合、マスターレチクル 5 5 A には、図 6 のマスターレチクル 4 6 A には装着されている防塵用のペリクル 5 0 が無いため、そのまま図 2 の投影露光装置で露光を行うと、デフォーカスが発生する恐れがある。これを避けるためには、マスターレチクル 5 5 A を図 2 のレチクルステージ 1 7 上に載置して露光を行う際に、投影光学系 PL とレチクルステージ 1 7 との間に、図 7 (c) に示すように、ペリクル 5 0 と同じ材質で同じ厚さのフォーカス補正板 5 4 を配置するとよい。また、フォーカス補正板 5 4 を使用しない場合には、そのデフォーカス量を相殺するように、レチクルステージ 1 7 、又は試料台 2 1 の Z 方向の位置を補正すればよい。

図 8 のフローチャートに戻り、ステップ 1 0 5 ～ 1 1 0 を N 回繰り返

すことで、図3 (a) の全部の新規パターン部に対応するN枚のマスター レチクルが製造される。

この場合、比較的大面積の新規パターン部N 1～N 8の原版パターン 5 については、それぞれ1枚のマスター レチクルに形成される。しかしながら、配線部等の小さい新規パターン部P 1～P 8については、図5に示すように、複数の原版パターンを1枚のマスター レチクルに形成するものとする。

図5に示すように、新規パターン部P 1, P 2, P 7, P 8を拡大した原版パターンP 1N, P 2N, P 7N, P 8Nは1枚のマスター レチクル5 5 Aのパターン領域5 3 A内に形成され、新規パターン部P 3～P 6を拡大した原版パターンP 3N～P 6Nも1枚のマスター レチクル5 5 Bのパターン領域5 3 B内に形成されている。このように1枚のマスター レチクル5 5 A, 5 5 B上に複数の原版パターンを形成した場合には、露光時には所望の原版パターンのみを視野絞りで選択することになる。例えば原版パターンP 1Nの露光を行う場合には、走査露光時に図2の照明視野絞り系1 1の可動ブラインドを用いて、原版パターンP 1Nを囲む遮光帯(不図示)に収まるように視野4 8を設定し、この視野4 8以外のパターンが露光されないようにすればよい。また、マスター レチクル5 5 A, 5 5 Bのパターン領域の外側にもアライメントマーク(不図示)が形成されている。

次に、図8のステップ1 1 1において工程管理装置4 0は、図1の基板収納部3 6からワーキングレチクル4 3用の基板(石英、蛍石、フッ素を混入した石英等からなる)を取り出す。この基板には予めクロム膜等の金属膜が蒸着されると共に、大まかな位置合わせ用のマークも形成されている。ただし、この位置合わせ用のマークは必ずしも必要ではない。そして、その基板をコーダ・デベロッパ部3 7に搬送して、その基

板上に光露光部 3 2 の露光光に感光するフォトレジストを塗布させる。次に、その基板を基板搬送部 3 4 を介して、図 2 の投影露光装置に搬送し、主制御装置 7 に対して複数のマスターレチクルを用いてつなぎ露光を行うように指令を発する。また、図 3 (a) のパターン領域 4 7 内での新規パターン部、及び既存パターン部の位置関係の情報も主制御装置 7 に供給される。  
5

これに応じて主制御装置 7 は、不図示の基板ローダ系でその基板を外形基準で位置合わせ (プリアライメント) した後に、その基板を光露光部 3 2 中の試料台 2 1 上にロードする。この後、必要に応じて、更に例えばその基板上の位置合わせ用のマーク、及びアライメントセンサ 2 8 を用いてステージ座標系 (X, Y) に対する位置合わせが行われる。  
10

次に、主制御装置 7 は、新規の N 枚のマスターレチクルの露光順序を表すパラメータ n を 0 にリセットした後 (ステップ 1 1 2) 、そのパラメータ n が N に達したかどうかを調べ (ステップ 1 1 3) 、パラメータ n が N より小さいときにはパラメータ n に 1 を加算した後 (ステップ 1 1 4) 、ステップ 1 1 5 に移行する。そして、レチクルライブラリより n 番目のマスターレチクルを取り出してレチクルステージ 1 7 上に載置した後、そのマスターレチクルのアライメントマーク、及び不図示のレチクルアライメント顕微鏡を用いて、そのマスターレチクルをステージ座標系 (X, Y) 、ひいてはワーキングレチクル 4 3 の基板に対する位置合わせを行う。  
15  
20

次にステップ 1 1 6 に移行して、主制御装置 7 は、ワーキングレチクル 4 3 の基板上の露光領域が、n 番目のマスターレチクルの設計上の露光位置となるように試料台 2 1 の位置を制御した後、走査露光を開始させてそのマスターレチクルの原版パターンの縮小像をその基板上に露光する。この際に、そのマスターレチクルが図 5 のマスターレチクル 5 5  
25

A, 55Bであれば、転写するパターンに応じて視野が切り換えられると共に、1枚のマスターレチクル55A, 55Bを用いて繰り返して露光が行われる。このようにしてN枚の新規のマスターレチクルのつなぎ露光が終わると、動作はステップ113からステップ117に移行して、  
5 主制御装置7は、既存のM枚のマスターレチクルの露光順序を表すパラメータmを0にリセットした後、そのパラメータmがMに達したかどうかを調べ（ステップ118）、パラメータmがMより小さいときにはパラメータmに1を加算した後（ステップ119）、ステップ120に移行して、m番目の既存のマスターレチクルをレチクルステージ17上に載置して位置合わせを行い、ステップ121でそのマスターレチクルの縮小像をその基板上の設計上の位置に走査露光する。  
10

このようにして全部のマスターレチクルのつなぎ露光が終わると、動作はステップ118からステップ122に移行して、ワーキングレチクル43の基板は図1のコータ・デベロッパ部37に搬送されて現像処理が行われる。その後、その現像後の基板は不図示のエッチング部に搬送され、残されたレジストパターンをマスクとしてエッチングが行われる（ステップ123）。更に、レジスト剥離、及び必要に応じて防塵用のペリクルの固定等の処理を行うことで、図3（a）のワーキングレチクル43が完成する。更に、ステップ111～123を繰り返すだけで、  
15 ワーキングレチクル43と同じパターンを持つワーキングレチクルが、  
20 必要な枚数だけ短時間に製造される。

上記の実施の形態において、EB描画部33で描画する原版パターンはワーキングレチクル43のパターンに比べて粗いと共に、描画するパターンは、ワーキングレチクル43のパターンの1/2程度以下である。  
25 従って、EB描画部33の描画時間は、ワーキングレチクル43のパターンの全部を直接描画する場合に比べて大幅に短縮される。更に、光露

光部 3 2 (投影露光装置) としては、一般に KrF、又は ArF エキシマレーザ光源を用いて 150 ~ 180 nm 程度の最小線幅に対応したステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置をそのまま使用できるため、新たに用意する製造設備は少なく、製造コストを低減できると共に、  
5 レチクルの開発期間を大幅に短縮することができる。

また、製造されるワーキングレチクル 4 3 は例えば 9 インチ角であり、かつ、そのパターンは、別の投影露光装置によって 1/4, 1/5 等の縮小倍率で例えばウエハ (wafer) 上に投影されるものとする。そのウエハは例えば半導体 (シリコン等) 又は SOI (silicon on insulator) 等の円板状の基板である。そこで、その縮小倍率を 1/4 として、ウエハ上に最終的に投影されるパターン像の最小線幅を 180 ~ 100 nm、  
10 線幅の必要精度を 5 % とすると、ワーキングレチクル 4 3 のパターンの最小線幅は 720 ~ 400 nm で、その加工精度は全長 230 mm に対して 36 ~ 20 nm ( $1.6 \times 10^{-7}$  ~  $0.8 \times 10^{-7}$ ) 程度となる。

15 この精度は、ワーキングレチクル 4 3 のパターン自体を電子線描画装置で直接描画しようとしてもなかなか達成し難い精度である。

これに対して本例では、電子線描画装置 (EB 描画部 3 3) で新たに描画する原版パターンは、図 3 (a) に示すワーキングレチクル 4 3 の一部のパターンを例えば 4 倍、又は 5 倍等で拡大した原版パターンである。そこで、図 2 の投影露光装置の投影像がほぼ理想的であるとした場合、従来技術で示したように、現状の電子線描画装置の描画精度を  $2.4 \times 10^{-7}$  程度であるとして、原版パターンの倍率を 4 倍とすると、ワーキングレチクル 4 3 上での描画精度は  $0.6 \times 10^{-7}$  程度となり、ウエハ上で必要な精度が得られることになる。また、本例では、電子線描画装置で描画する原版パターンは、ワーキングレチクル 4 3 のパターンの 1/4 以下程度長さのパターンであるため、実質的な描画精度は更に

向上している。

なお、上記の実施の形態では透過型のワーキングレチクル4 3を製造対象としていたが、シリコンウエハ等のウエハ(wafer)を基板とした反射型のレチクル、及びウエハを基板としたメンブレン構造のマスク(ステンシルマスク等)も同様に製造することができる。反射型のレチクルは、例えば極端紫外光(EUV光)を露光ビームとする露光装置で使用され、メンブレン構造のマスクは電子線露光装置で使用される。

図3 (b)は、図3 (a)と同じパターンを有する反射型のレチクル4 5を示し、この図3 (b)において、シリコンウエハを基板とするレチクル4 5の遮光帯4 4 W(EUV光を吸収する膜より形成されている)中のパターン領域が、既存パターン部S 1～S 2 4、新規パターン部N 1～N 8、及び新規パターン部P 1～P 8に分割されている。この場合、その基板上に順次EUV光の吸収膜、反射膜、及びレジストを塗布して、上記の実施の形態と同様のマスターレチクルの縮小像を画面継ぎを行いながら露光して、現像及びパターン形成処理を実行することで、その反射型のレチクル4 5を製造することができる。なお、EUV光の反射膜は、例えばその波長が13.4 nmであるときにはモリブデン(Mo)とシリコン(Si)とを交互に積層した多層膜、その波長が11.5 nmであるときにはモリブデン(Mo)とベリリウム(Be)とを交互に積層した多層膜が用いられる。

また、例えばEUV光を用いる露光装置で製造されるパターンの最小線幅は130～30 nm程度であると考えられており、その露光装置も1/4程度の縮小投影であるとすると、反射型のレチクル4 5上でのパターンの必要精度は、(1.2×10<sup>-7</sup>～0.2×10<sup>-7</sup>)程度になる。そこで、そのレチクル4 5を例えば4倍に拡大した原版を電子線描画装置で描画する場合、マスターレチクルの長さをレチクル4 5と同じ大き

さとしたときに  $0.6 \times 10^{-7}$  程度の描画精度が得られるため、例えばそのマスターレチクルの大きさをレチクル 45 の 1/3 程度にする、即ちレチクル 45 のパターンの分割数を大きくすることによって、 $0.2 \times 10^{-7}$  程度の描画精度が得されることになる。

5 次に、上記の実施の形態では、複数のマスターレチクルの縮小像を画面継ぎを行なながら露光しているため、境界部での継ぎ誤差の影響を低減する露光方法が用いられている。以下ではその露光方法につき図4、図9～図13を参照して説明する。ここでは、図4の2つのマスターレチクル 46A, 46B のパターンの縮小像をつなぎ合わせて露光した後、現像及びエッチング等を行って最終的に図10 (c) に示すように、所定線幅で長さ ( $L_1 + L_2$ ) の金属膜よりなる複数の線状パターン 59 を形成する場合を想定して説明する。その線状パターン 59 は、実際にはマスターレチクルの原版パターンの例えば反転した縮小像と同じ形状であるが、以下では簡単のために縮小倍率を1倍(等倍)として、かつ正立像が投影されるものとする。

10

15

図9 (a) は、その線状パターン 59 に対応してマスターレチクル 46A, 46B に形成される原版パターン S17B 及び S18B を示し、この図9 (a) において、原版パターン S17B の一部として所定幅(線状パターン 59 と同じ幅)で長さが ( $L_1 + \Delta L$ ) の遮光膜よりなる第1パターン 57 が形成され、第1パターン 57 は遮光帯 56A に接続されている。更に、第1パターン 57 の遮光帯 56A 側の長さ  $2 \cdot \Delta L$  の重なり部 57a は、角度  $\phi$  で次第に広がっている。角度  $\phi$  の範囲は  $30^\circ \sim 60^\circ$  程度内で最適化されるが、本例では一例として  $45^\circ$  程度に設定されている。なお、重なり部 57a は、例えば階段状に境界部に向けて次第に広がる形状であってもよい。

20

25

また、幅  $\Delta L$  は、つなぎ露光を行う際の隣接する投影像の位置ずれ量

の予測される最大値程度に設定されている。同様に、他方の原版パターンS 1 8 Bの一部には、遮光帯5 6 Bに接続された状態の所定幅で長さ( $L_2 + \Delta L$ )の遮光膜よりなる第2パターン5 8が形成され、第2パターン5 8の遮光帯5 6 B側にも角度 $\phi$ で広がる長さ $2 \cdot \Delta L$ の重なり部5 8 aが形成されている。即ち、パターン5 7, 5 8の長さの合計( $L_1 + L_2 + 2 \cdot \Delta L$ )は、線状パターン5 9の長さ( $L_1 + L_2$ )に対して $2 \cdot \Delta L$ だけ長く形成されている。

次に、原版パターンS 1 7 B及びS 1 8 Bの縮小像を順次つなぎ露光すると、図9 (b)に示すように、まず遮光帯5 6 Aの像5 6 A P及び第1パターン5 7 の像5 7 Pが露光された上に、遮光帯5 6 Bの像5 6 B P及び第2パターン5 8 の像5 8 Pが露光される。この際に、位置ずれが無いものとすると、第1パターンの像5 7 Pと第2パターンの像5 8 Pとは、幅 $2 \cdot \Delta L$ の重なり部の像5 7 a P, 5 8 a Pの部分が重なっており、かつ同一直線上に投影される。

そこで、通常の露光量で露光した後にそのフォトレジストを現像すると、図9 (c)に示すように、長さが( $L_1 + L_2$ )で幅 $2 \cdot \Delta L$ の境界部5 9 aを持つ線状パターン5 9がレジストパターンとして残される。境界部5 9 aは、中央部が山型に太くなっている。そこで、そのレジストパターンをマスクとしてエッチングを行うことによって、線状パターン5 9は同じ形状の金属膜のパターンとなる。このように通常の露光量では、境界部5 9 aが残存してしまうため、これを解消するためには露光量を多くして、オーバ露光を行えばよい。なお、もともとその境界部5 9 aは設計上でも非常に小さい部分であり、実際にはつなぎ露光の際の回り込みの露光等によって更に境界部5 9 aは小さくなっている。更に、重なり部5 7 a, 5 8 aの角度 $\phi$ の最適化によっても境界部5 9 aは小さくできる。そこで、デバイスの特性上でその境界部5 9 aが残存

しても影響が無い場合には、通常の露光量でもよい。

図10は、そのように図9 (b) のつなぎ露光をオーバ露光で行った場合に、最終的に得られる金属膜よりなる線状パターン59を示し、僅かに露光量を多くすると、図10 (a) に示すように境界部59bは僅かに小さくなり、露光量を更に多くすると、図10 (b) に示すように、境界部59cは更に小さくなり、露光量を所定量だけ小さくすると、図10 (c) に示すように線幅の変化した境界部は残存しなくなる。そこで、予めテストプリント等によって境界部が残存しなくなるような露光量を求めておけばよい。これによって、つなぎ露光する場合でも、線幅が途中で殆ど変化することがなくなり、デバイスの性能が向上する。

なお、オーバー露光では境界部59cだけでなく線状パターン59の線幅も細くなることがある。これが問題となるときには、予めマスター・レチクル上の線状パターン59の線幅を、そのオーバー露光量を見込んで設計値よりも太くしておくと良い。

次に、つなぎ露光を行う場合の境界部での位置ずれの影響について説明する。図11 (a) は、図9 (a) と同じ原版パターンS17B, 118Bを示しており、図11 (b) は、図9 (b) の理想状態に対して、第2パターンの像58Pが幅方向に $2 \cdot \Delta L$ だけ横ずれした状態を示している。この場合でも、現像、及びパターン形成後に残る線状パターン59は、図11 (c) に示すように、長さ $2 \cdot \Delta L$ の境界部59dで折れ曲がった状態になるだけで、線幅は殆ど変化していないため、デバイスの性能は殆ど変化しない。従って、第1パターンの像57Pに対する第2パターンの像58Pの横ずれ量hは、 $\pm 2 \cdot \Delta L$ 程度まで許容されることになる。

更に、図9 (b)において、第1パターンの像57Pと第2パターンの像58Pとの重なり部の長さgが仮に $\pm 2 \cdot \Delta L$ 未満で変化しても、

得られる線状パターン 5 9 の境界部 5 9 a の形状は殆ど変化することがないため、長手方向に対する位置ずれ量の許容範囲は  $\pm 2 \cdot \Delta L$  程度となる。

上記の実施の形態と比較するために、図 1 2 及び図 1 3 にて、重なり部の無いパターンをつなぎ露光して得られる線状パターン 6 2 の例を示す。即ち、図 1 2 (a) に示すように、直線状のパターン 6 0, 6 1 を遮光帯 5 6 A, 5 6 B と共に長さ  $\Delta L$  だけ重ね合わせて順次露光すると、図 1 2 (b) に示すようにパターンの像 6 0 P, 6 1 P が露光される。

また、この際に像 6 1 P が  $\Delta L$  だけ横ずれしているものとすると、現像等の後に得られる線状パターン 6 2 は、図 1 2 (c) に示すように、長さ  $\Delta L$  の境界部 6 2 a の幅が  $\Delta L$  だけ狭くなってしまい、デバイスの動作速度等に影響する恐れがある。

また、図 1 3 (b) に示すように、図 1 3 (a) の直線状のパターン 6 0, 6 1 を遮光帯 5 6 A, 5 6 B が長さ  $\Delta L$  だけ重なるように順次露光した後に、現像等を施して得られる線状パターン 6 2 は、図 1 3 (c) に示すように、長さ  $\Delta L$  の境界部 6 2 b で短絡している。これでは、正常なデバイスとしては動作しなくなる。従って、先端が太い重なり部を設けない場合には、長手方向に  $\Delta L$  を超える位置ずれが生じると、短絡が発生することなるが、上記の実施の形態では長手方向への位置ずれ量の許容量が増している。

また、従来は継ぎ部に半透明にして重ね合わせる手法も用いられているが、この手法では半透明にした部分で露光量むらが発生する恐れがあると共に、半透明部に付着する異物の影響等を考える必要がある。しかしながら、本例によれば、そのような悪影響を考慮する必要は無い。

なお、上記の実施の形態では、エキシマレーザ光源 2、及び光露光部 3 2 は、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置であるが、こ

の投影露光装置として一括露光型（ステッパー型）の投影露光装置を使用してもよい。

また、図1のEB描画部33では電子線で画像を直接描画する電子線描画装置が使用されているが、所定形状の電子ビームでパターンを描画するセルプロジェクション方式の電子線描画装置を使用してもよい。この場合、新規に作成するマスターレチクルの製造時間が短縮なり、ワーキングレチクルの製造時間もその分だけ短縮できるという利点がある。

また、上記の実施の形態ではEB描画部33、光露光部32、及びコータ・デベロッパ部37を一体化したレチクル製造システム41を提供しているが、それぞれ単独で動作するEB描画部33、光露光部32、及びコータ・デベロッパ部37を互いに搬送機構で接続するシステムを用いてもよい。

なお、上述の図8までの実施の形態では、つなぎ露光を前提としたが、ワーキングレチクル上に形成すべき回路パターンを、機能ブロック単位（例えばCPU, DRAM, SRAM, D/Aコンバータ, A/Dコンバータなど）で分割するようにし、隣合うパターン同士のつなぎ部を無くすか、又はそのつなぎ部を減らすようにしてもよい。また、上記の実施の形態のみならず、以下の実施の形態においても、色素入りのレジストを使用してエッチング処理などを行うことなくマスターレチクルを製造して、このマスターレチクルを用いてもよいし、或いは従来通りのマスターレチクルを使用してもよい。

次に、本発明の第2の実施の形態につき図14～図18を参照して説明する。本例は、ステッパー型（一括露光型）の投影露光装置を用いて複数枚のマスターレチクルのパターンの像を画面継ぎを行なながら所定の基板上に露光することによって、半導体デバイス等の或るレイヤのパターンの拡大パターンが形成された1枚のワーキングレチクルを製造す

る場合に本発明を適用したものである。

図14は本例で使用される投影露光装置を示し、この図14において、露光光源201としては発振スペクトルの半値幅が1pm以下程度にされたArFエキシマレーザ（発振波長193nm）を使用している。ただし、露光光源201としては、KrFエキシマレーザ（波長248nm）、又はF<sub>2</sub>レーザ（波長157nm）等の他のレーザ光源を使用してもよく、更にはYAGレーザ等の固体レーザ、又は水銀ランプ等の輝線ランプを使用してもよい。

露光光源201から射出された露光用の照明光ILは、ビーム整形光学系202及びスペックル防止用の振動ミラー203を経て、オプティカル・インテグレータ（ホモジナイザー）としてのフライアイレンズ204に入射する。フライアイレンズ204の射出面には、照明系の絞り可変板205（図1の例の切り換えレボルバ5に対応する）が駆動モータ205aによって回転自在に配置され、絞り可変板205の回転軸の周りには、通常照明用の円形の開口絞り205b、輪帶照明用の輪帶状の開口絞り205c、小さいコヒーレンスファクタ（ $\sigma$ 値）用の小さい円形の開口絞り205d、及び複数の偏心した小開口よりなる変形照明用の開口絞り205eが配置されている。なお、必要に応じて更に多くの照明系開口絞り（ $\sigma$ 絞り）を設けてもよい。装置全体の動作を統轄制御する主制御系212が、駆動モータ205aを介して絞り可変板205を回転させて、フライアイレンズ204の射出面に所望の照明系開口絞りを配置することで、必要な照明条件が設定できるように構成されている。

フライアイレンズ204の射出面の照明系開口絞りを通過した照明光ILは、リレーレンズ206を経てレチクルブラインド（可変視野絞り）207を照明する。レチクルブラインド207は、一例として4枚の可

動ブレードを備え、これらの可動ブレードで囲まれた矩形の開口の位置及び大きさが、主制御系 212 の制御のもとで変更できるように構成されている。ただし、1枚のウエハに対する露光中にはその開口の位置及び大きさは一定である。レチクルブラインド 207 の開口を通過した照明光 I L は、リレーレンズ 208 及びコンデンサレンズ 209 を経て、露光対象のレチクル（本例ではマスター レチクル RA）のパターン面（下面）の視野としての矩形（本例では正方形）の照明領域 210 を照明する。レチクルブラインド 207 の配置面は、そのパターン面と共に役であり、レチクルブラインド 207 の開口によってその照明領域 210 の位置及び大きさが規定される。

マスター レチクル RA の照明領域 210 内のパターンは、投影光学系 PL2 を介して所定の投影倍率  $\beta$  ( $\beta$  は  $1/4$ ,  $1/5$  等) で露光対象のフォトレジストが塗布されたガラス基板 218 上の露光領域 230 に縮小投影される。なお、投影光学系 PL2 は屈折系であるが、ArF エキシマレーザ光のように波長が  $200\text{ nm}$  程度以下の真空紫外域 (VUV) の光を使用する場合には、透過率の良好な硝材が少ないため、色収差等を小さくするために投影光学系 PL2 を反射屈折系とすることが望ましい。以下、投影光学系 PL2 の光軸 AX に平行に Z 軸を取り、Z 軸に垂直な平面内で図 14 の紙面に平行に X 軸を、図 14 の紙面に垂直に Y 軸を取って説明する。

まず、マスター レチクル RA は、レチクルステージ 214 上に保持されている。レチクルステージ 214 は、レチクルベース 215 上に例えばリニアモータによって X 方向、Y 方向及び回転方向に所定範囲で移動できるように載置されている。レチクルステージ 214 に固定された移動鏡 16 m に対してレーザ干渉計 216 より例えば 3 軸のレーザビームが照射され、レーザ干渉計 216 によってレチクルステージ 214 の X

座標、Y座標、及び回転角が計測されている。これらの計測値は主制御系212及びレチクルステージ駆動系217に供給され、レチクルステージ駆動系217は、その計測値及び主制御系212からの制御情報に基づいてレチクルステージ214の移動速度、及び位置を制御する。

一方、ガラス基板218は不図示の基板ホルダ上に吸着保持され、この基板ホルダは試料台219上に固定され、試料台219は、ウエハステージ220上に固定されている。ウエハステージ220は、ウエハベース221上で試料台219をX方向、及びY方向に連続移動すると共に、試料台219をX方向及びY方向にステップ移動する。本例の投影露光装置は、シリコンウエハ等のウエハ(wafer)を保持して、このウエハの各ショット領域にそれぞれレチクルパターンの縮小像を露光することも可能となっており、ウエハに対して露光を行う場合には試料台219上の不図示の基板ホルダをウエハホルダに交換すればよい。

ウエハステージ220内には、試料台219のZ方向の位置（フォーカス位置）、及び傾斜角を制御するためのZステージ機構も組み込まれている。そして、投影光学系PL2の側面に配置された不図示の光学式で斜入射方式のオートフォーカスセンサ（図2の例の多点のAFセンサ26に対応する）によって、ガラス基板218の表面の複数の計測点における像面からのデフォーカス量が計測され、露光時にはそれらのデフォーカス量を許容範囲内に收めるように、オートフォーカス方式でガラス基板218のフォーカス位置及び傾斜角が制御される。

また、試料台219の側面に固定された移動鏡22mに外部のレーザ干渉計222から少なくとも3軸のレーザビームが照射され、レーザ干渉計222によって試料台219（ガラス基板218）のX座標、Y座標、及び回転角が計測され、この計測値がウエハステージ駆動系223、及び主制御系212に供給されている。ウエハステージ駆動系223は、

レーザ干渉計 222 の計測値、及び主制御系 212 からの制御情報に基づいてウエハステージ 220 を X 方向、Y 方向に駆動する。更に、主制御系 212 に接続された露光データファイル 213 には、製造対象のワーキングレチクルの設計データ等が記憶されている。

5 露光時には、レチクルステージ 214 上のマスターレチクルを交換して、ウエハステージ 220 をステップ移動してガラス基板 218 の位置決めを行った後、交換されたマスターレチクルのパターンの縮小像をガラス基板 218 上に露光するという動作をステップ・アンド・リピート方式で繰り返すことによって、ガラス基板 218 上に全体として 1 枚のレチクルのパターンの像が転写される。ただし、本例では後述のように、隣接するマスターレチクルのパターンの像の境界領域を二重露光するために、各露光動作中にレチクルステージ 214 及びウエハステージ 220 の同期移動が行われる。

15 このような露光を行う前に、予めマスターレチクルとガラス基板 218 とのアライメントを高精度に行っておく必要がある。そこで、試料台 219 上のガラス基板 218 の近傍には基準マーク部材 224（図 1 の例の基準マーク部材 FM に対応する）が固定されている。図 16 に示すように、基準マーク部材 224 上には 2 次元の基準マーク 231A, 231B が形成されている。図 16 において、マスターレチクル RA の上方には X 方向に所定間隔で 1 対の画像処理方式のレチクルアライメント顕微鏡（以下「RA 顕微鏡」と呼ぶ） 232A, 232B が配置され、RA 顕微鏡 232A, 232B は不図示のミラーを介して照明光 IL と同じ波長の照明光を用いて、マスターレチクル RA 上のアライメントマーク 242A, 242B の像を撮像し、同時に投影光学系 PL2 を介して基準マーク部材 224 上の基準マーク 231A, 231B の像を撮像する。RA 顕微鏡 232A, 232B の画像信号は図 14 のアライメン

ト信号処理系 226 に供給され、アライメント信号処理系 226 は、それらの画像信号を処理して基準マーク 231A, 231B の像に対するアライメントマーク 242A, 242B の位置ずれ量を算出し、これらの位置ずれ量を主制御系 212 に供給する。

5 図 14において、投影光学系 PL2 の側面にはガラス基板 218 上の所定のアライメントマーク 234A, 234B (図 15 参照) の位置を検出するための画像処理方式のアライメントセンサ 225 が配置され、アライメントセンサ 225 の画像信号もアライメント信号処理系 226 に供給されている。アライメント信号処理系 226 は、その画像信号を処理して所定の検出中心に対するアライメントマークの位置ずれ量を検出する。また、基準マーク部材 224 上にはアライメントセンサ 225 用の基準マーク (不図示) 10 も形成され、この基準マークを用いて予め露光対象のマスターレチクルのパターン像の中心 (露光中心) とアライメントセンサ 225 の検出中心との間隔 (ベースライン量) が求められて、露光データファイル 21 15 3 に記憶されている。なお、本例のようにワーキングレチクル製造用の露光を行う場合には、アライメントセンサ 225 は必ずしも必要ではない。

さて、本例では複数枚のマスターレチクルのパターンの縮小像を画面 20 繰ぎを行いながら露光することで、ガラス基板 218 上に全体として 1 つのレチクルパターンの像を転写して、1 枚のワーキングレチクルを製造する。そのために、レチクルステージ 214 の側面にレチクルライブラリ 227 がスライド装置 229 によって昇降自在に配置され、レチクルライブラリ 227 の複数の棚 228 に N 枚 (N は 2 以上の整数) のマ 25 スターレチクル R1, R2, …, RN が載置されている。また、レチクルライブラリ 227 とレチクルステージ 214 との間でレチクルの交換

を行うためのレチクルローダ 245 も配置され、主制御系 212 は、スライド装置 229 及びレチクルローダ 245 の動作を制御することで、レチクルステージ 214 上のマスターレチクルの交換を行う。

図 15 は、最終的に製造されるワーキングレチクル WR のパターン配置を示し、この図 15 において、ワーキングレチクル WR の方向は図 14 の試料台 219 上に載置された状態で示してある。ワーキングレチクル WR のガラス基板 218 上には矩形の枠状の遮光帯 233 に囲まれたパターン領域が設定され、このパターン領域内には X 方向、及び Y 方向に所定ピッチ（本例では同一ピッチである）で、かつ所定間隔を隔てて矩形の部分パターン領域 S1, S2, S3, …, SN が設定され、部分パターン領域 S1 ~ SN 中にそれぞれ所定の回路パターンが形成されている。また、部分パターン領域 S1 ~ SN の間の境界領域 235 にも所定の回路パターンが形成されている。そして、遮光帯 233 を X 方向に挟むように 1 対のアライメントマーク 234A, 234B が形成されている。本例ではこのアライメントマーク 234A, 234B は、そのレチクルパターンを形成する際にはほぼ同時に形成されるが、そのレチクルパターンを形成する前に予め位置基準としてアライメントマーク 234A, 234B を形成してもよい。

本例のワーキングレチクル WR の製造工程の概略は次のようになる。  
即ち、ワーキングレチクル WR を使用して露光を行う投影露光装置の投影倍率を  $\alpha$  ( $\alpha$  は例えば  $1/4$ ,  $1/5$  等) とすると、まず半導体デバイス等の所定のレイヤのパターンを  $1/\alpha$  倍（例えば 4 倍、5 倍等）した図 15 の遮光帯 233 内の回路パターンがコンピュータ上で設計され、その回路パターンが部分パターン領域 S1 ~ SN を中心として N 個のレチクルパターンに分割される。この際に、境界領域 235 内の回路パターンは、隣接するレチクルパターンに重複して形成される。これらの N

個のレチクルパターンを更に  $1/\beta$  倍 ( $\beta$  は図 14 の投影露光装置の投影倍率) したパターンを、それぞれ電子線描画装置等を用いて対応するガラス基板上に描画することによって、図 14 の N 枚のマスターレチクル R1 ~ RN が製造される。

5 その後、図 14 のガラス基板 218 上にクロム膜等の遮光膜を形成し、この上にフォトレジストを塗布した後、そのガラス基板 218 を投影露光装置の試料台 219 上に載置する。そして、マスターレチクル R1 ~ RN のパターンの縮小像を順次図 15 の部分パターン領域 S1 ~ SN を中心とする領域に露光した後、現像工程、エッチング工程等を経ることによって、図 15 のワーキングレチクル WR が製造される。この際に、本例では電子線描画装置で描画されたマスターレチクル R1 ~ RN のパターンの縮小像をガラス基板 218 上に転写しているため、従来のようにワーキングレチクル上の回路パターンを電子線描画装置で直接描画する場合に比べて、その描画誤差の影響は  $\beta$  倍に縮小されており、極めて高精度にワーキングレチクル WR の回路パターンが形成される。また、個々のマスターレチクル R1 ~ RN の回路パターンの線幅はほぼ従来の  $1/\beta$  倍であるため、電子線描画装置の描画時間は短くできると共に、複数枚のワーキングレチクルを製造する場合にも、それらのマスターレチクル R1 ~ RN のパターンを転写すればよいだけであるため、全体として複数枚のワーキングレチクルを製造する時間を大幅に短縮することができる。また、マスターレチクル R1 ~ RN 中で同一のパターンを有するものは共通化できるため、マスターレチクルの製造時間を更に減少させることができる。

なお、この実施の形態のマスターレチクルを上記の第 1 の実施の形態 (図 1) のレチクル製造システム 41 を用いて製造するようにしてもよい。また、エッチング処理などを省くために、色素入りレジストを用い

てマスターレチクルを製造してもよい。更に、ワーキングレチクルの境界領域 235 に対応するマスターレチクルのパターンの部分（つなぎ部）では、後述のように二重露光が行われるため、露光量を均一化するために、線状パターンの外側の部分を予めテーパ状に形成しておいてもよい。

5 上記のように図 15 のガラス基板 218 上にマスターレチクル R1～RN のパターンの縮小像を露光する際に、境界領域 235 では 2 つのマスターレチクルのパターンの縮小像が二重露光される。これについて具体的に説明するために、ガラス基板 218 上の中央部に隣接して配置された 2 つの部分パターン領域 SA 及び SB に対応するマスターレチクルをそれぞれマスターレチクル RA 及び RB とする。そして、マスターレチクル RA においては、中央部の正方形の单一露光部 236A の 4 つの辺に接するように菱型の重ね合わせ部 237A, 238A, 239A, 240A が形成され、重ね合わせ部 237A～240A を囲むように遮光帯 241 が形成され、これらの单一露光部 236A 及び重ね合わせ部 15 237A～240A にそれぞれワーキングレチクル WR 上の回路パターンを  $1/\beta$  倍したパターンが形成されている。また、单一露光部 236A に対して所定の位置関係で遮光帯 241 の外側に 1 対のアライメントマーク 242A, 242B が形成されている。

同様に、マスターレチクル RB においても、中央部の单一露光部 236B、及びこの 4 つの辺に接する重ね合わせ部 237B～240B にそれぞれワーキングレチクル WR 上の回路パターンを  $1/\beta$  倍したパターンが形成されている。また、重ね合わせ部 237B～240B を囲む遮光帯 41 の外側に单一露光部 236B に対して所定の位置関係でアライメントマーク 242A, 242B が形成されている。更に、一方のマスターレチクル RA の左側の重ね合わせ部 237A のパターンは、他方のマスターレチクル RB の右側の重ね合わせ部 239B のパターンと同一

である。なお、図15のマスターレチクルRA, RB内に形成されている斜線を施した線状のパターンは、回路パターンの一例であり、実際にはより微細なパターンが形成されている。

これらのマスターレチクルRA, RBのパターンの縮小像がそれぞれ部分パターン領域SA, SBを中心とした領域に投影される。この結果、部分パターン領域SA、及びSBにはそれぞれ单一露光部236Aのパターンの像236AP、及び单一露光部236Bのパターン像236BPが投影されると共に、部分パターン領域SA及びSBの間の菱型の境界領域35ABには、重ね合わせ部237Aの像237APと重ね合わせ部239Bの像239BPとが重ねて投影される。なお、図14の投影光学系PL2によって反転投影が行われるものとしている。また、部分パターン領域SAとこの+Y方向側の部分パターン領域SCとの間の境界領域235ACには、重ね合わせ部238Aの像238APと、部分パターン領域SCに対応するマスターレチクルの重ね合わせ部の像240CPとが重ねて投影される。同様に、他の境界領域235でも2つのマスターレチクルのパターン像が重なるように投影される。

このように境界領域235に2つのマスターレチクルの重ね合わせ部のパターンの像を重ねて投影する場合には、境界領域235での継ぎ誤差を小さくすることができるが、単に重ね合わせ露光を行うと、境界領域235での露光量が部分パターン領域S1～SNでの露光量の2倍になってしまい、露光量分布の均一性が得られない。そこで、境界領域235での露光量を、部分パターン領域S1～SNでの露光量と同一にして、かつ平坦な分布とするために、本例では各マスターレチクルR1～RNのパターン像の露光を行う際に、重ね合わせ部の露光量が周辺ほど小さくなるようにしている。ここでは、図15の一方のマスターレチクルRAのパターン像の露光を行う場合につき図16～図18を参照して

説明する。

図16は、図14の投影露光装置を用いてマスターレチクルRAのパターン像の露光を行う状態を示す要部の斜視図であり、この図16において、ガラス基板18上の部分パターン領域SAの手前の部分パターン領域までは既に露光が行われているものとする。そして、マスターレチクルRAを図14のレチクルステージ214上に載置した直後に、投影光学系PL2の露光領域230の中心（光軸）に基準マーク部材224上の基準マーク231A, 231Bの中心がほぼ合致するように試料台219（図14のウエハステージ220）の位置決めを行った後、RA顕微鏡232A及び232Bによって、基準マーク231A, 231Bの像に対するマスターレチクルRAのアライメントマーク242A, 242Bの位置ずれ量が検出され、これらの位置ずれ量が対称で、かつ最小になるように図14のレチクルステージ214の位置決めが行われる。これによって、基準マーク231A, 231Bの中心に対してマスターレチクルRAのパターン像の中心（露光中心）が位置決めされる。即ち、マスターレチクルRAのレチクルアライメントが完了する。

この場合、部分パターン領域S1～SN間の位置関係は予め図14の露光データファイル213に記憶されているため、一例として図16のガラス基板218上の1番目の部分パターン領域S1に露光する際の、基準マーク部材224の移動量を基準にすると、主制御系212は、それに続く部分パターン領域S2～SNの中心をその露光中心に合致させるための、基準マーク部材224（図14のウエハステージ220）の移動量を算出することができる。なお、図16のガラス基板218上に予めアライメントマーク234A, 234Bを形成しておき、図14のアライメントセンサ225を用いてアライメントマーク234A, 234Bの位置を検出することによって、部分パターン領域S1～SNの中

心を露光中心に合致させるようにしてもよい。

主制御系 212 は、部分パターン領域 SA に対する上記のウエハステージ 220 の移動量に基づいてウエハステージ 220 を駆動することによって、まず部分パターン領域 SA の中心を露光中心に合わせる。その後、レチクルステージ 214 を X 軸に対して時計方向に 45° で交差する方向に駆動することによって、図 16 に示すように、照明光 IL の照明領域 210 の +X 方向及び -Y 方向の辺に対して、マスター・レチクル RA の单一露光部 236A を内接させる。この際に、照明領域 210 の -X 方向及び +Y 方向の辺に対して重ね合わせ部 237A, 240A が内接する。この段階では照明光 IL の照射は開始されていない。更に、ウエハステージ 220 を、そのレチクルステージ 214 の移動量の  $\beta$  倍 ( $\beta$  は投影倍率) だけ逆方向に駆動することによって、図 16 に示すように、部分パターン領域 SA を露光領域 230 の -X 方向及び +Y 方向の辺に対して内接させる。この後、照明光 IL の照射を開始させて、マスター・レチクル RA を Y 軸に対して反時計方向に 45° で交差する方向 (矢印 243R の方向) に一定速度 VRT で移動させるのと同期して、ガラス基板 218 を矢印 243R と逆方向の矢印 243W で示す方向に、速度  $\beta \cdot VRT$  で移動させる。そして、マスター・レチクル RA の重ね合わせ部 238A, 239A が照明領域 210 の -Y 方向、 +X 方向の辺に内接した時点で、照明光 IL の照射が停止されて、マスター・レチクル RA 及びガラス基板 218 の同期移動も停止される。

図 17 (a1), (b1), (c1) は、そのようにマスター・レチクル RA が照明領域 210 に対して矢印 243R の方向に移動する状態を示し、図 17 (a2), (b2), (c2) は、その移動に同期してガラス基板 218 が露光領域 230 に対して矢印 243W の方向に移動する状態を示している。なお、図 17 (a2), (b2), (c2) の大

きさは、実際には図17 (a1), (b1), (c1) の $\beta$ 倍である。

図17 (a1) より分かるように、マスターレチクルRAの单一露光部236AのX方向の幅をL5、X方向の重ね合わせ部237A, 239AのX方向の幅を共通にL4として、照明領域210のX方向の幅をL3とすると、照明領域210の幅L3は、次のように单一露光部236Aの幅L5と片側の重ね合わせ部237Aの幅L4との和になる。

$$L3 = L5 + L4 \quad (4)$$

同様に、照明領域10のY方向の幅は、单一露光部236AのY方向の幅と、Y方向の一方の重ね合わせ部240AのY方向の幅との和になる。そして、図17 (a1) ~ (c1) に示すように、マスターレチクルRAは照明領域210に対してX方向にはX方向の重ね合わせ部237Aの幅L4だけ移動し、Y方向にもY方向の重ね合わせ部240Aの幅L6 (本例ではL6=L4)だけ移動する。この結果、図17 (a2) ~ (c2) に示すように、ガラス基板218上には、部分パターン領域SA上に单一露光部236Aの像236APが露光され、この像236APに接するように重ね合わせ部237A~240Aの像237AP~240APが露光される。また、像236APは常時露光されているが、その周囲の像237AP~240APの露光時間は内側ほど長く、外側ほど短くなっている。そのため、図17 (c2) に示すように、露光終了後のガラス基板218上で、像236APをX方向に横切るAA線に沿う断面上での積算露光量の分布は、その端部でスロープとなる。即ち、その積算露光量の分布は図18 (a) の曲線244Aに示すように重ね合わせ部で傾斜する台形状となる。

図18 (a)において、横軸はガラス基板218上のX方向の位置、縦軸は位置Xでの積算露光量E1を表している。同様に、図17 (c2) の像236APをY方向に横切るBB線に沿う断面上での積算露光量の

分布も、図18の曲線244Aと同様に台形状となる。

また、本例では、図16において、ガラス基板218上の部分パターン領域SAをX方向に挟む領域にもそれぞれX方向、Y方向に台形状の積算露光量分布となるように露光が行われる。このため、図18(a)

5において、曲線244Aで示す積算露光量分布の両側の積算露光量分布も、曲線244B, 244Dで示すように台形状となり、全部のマスターレチクルR1～RNの像を露光した後のガラス基板218上の積算露光量E2のX方向の分布は、図18(b)に示すように平坦となる。

同様に、積算露光量のY方向の分布も平坦となる。また、本例では、曲

10 線244A等の台形状の積算露光量分布の最大値、即ち図18(b)の積算露光量E2の値が、ガラス基板218上に塗布されたフォトレジストにとて適正露光量となるように、各マスターレチクルR1～RNに対する露光時間が設定されている。これによって、図15のガラス基板218上にマスターレチクルR1～RNの像を露光した後の積算露光量は、部分パターン領域S1～SNでも境界領域235でも平坦な適正露光量となり、境界領域235でも現像後に高い解像度が得られる。

更に、本例では図16において、RA顕微鏡232A, 232B、及び基準マーク部材224を用いて各マスターレチクルのアライメントが行われるため、例えば図15の部分パターン領域SAに接する境界領域

20 235ABでは、重ね合わせ部237Aの像237AP及び重ね合わせ部239Bの像239BPが高精度に重ね合わせられると共に、部分パターン領域SAに接する境界領域235ACでは、重ね合わせ部238Aの像238APと別のマスターレチクルの重ね合わせ部の像240C Pとが高精度に重ね合わせられる。従って、境界領域235の全体で継ぎ誤差が小さくなる。

また、本例では図14のレチクルブラインド207は通常の投影露光

装置用のレチクルブラインドと同様であるため、仮に絞り可変板 205 を回転させて照明条件を切り換えた場合でも、ガラス基板 218 上での各マスターレチクルの像の積算露光量分布は台形状であり、全体として平坦な積算露光量分布が得られる。

5 なお、将来的に 30～180 nm の幅のライン・アンド・スペースパターン (L/S パターン) のデバイスの露光を縮小投影で行うためには、120～800 nm の幅の L/S パターンが形成されたワーキングレチクルを使用する必要がある。上記の実施の形態によれば、そのようなワーキングレチクルを高精度にかつ短い製造時間で製造することができる。

10 また、ガラス基板 18 が 9 インチ角であっても、高精度にワーキングレチクルが製造できる。また、そのワーキングレチクルを製造するための投影露光装置としては、通常の半導体デバイス製造用の 150～180 nm の幅の L/S パターンを製造するために、KrF エキシマレーザ (波長 248 nm)、又は ArF エキシマレーザ (波長 193 nm) 等のエキシマレーザ光源を用いた投影露光装置を転用できる。従って、新たに開発する装置は殆どなく、製造コスト的にも有利である。

15 次に、本発明の第 3 の実施の形態につき図 14、及び図 19～図 21 を参照して説明する。本例も、第 2 の実施の形態と同様に複数枚のマスターレチクルのパターンの像を画面継ぎを行なながら所定の基板上に露光して 1 枚のワーキングレチクルを製造する点では同じであるが、露光装置として走査露光型の投影露光装置を用いる点が異なっている。

20 即ち、本例で使用する走査露光型としてのステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置は、図 14 の投影露光装置において、走査方向を X 方向としてレチクルステージ 214 にも、X 方向にマスターレチクルのパターン領域の幅を超える程度の長さで連続移動する機能が付加される。更に、レチクルブラインド 207 によってマスターレチクル RA 上

に設定される照明領域は、走査方向に直交する非走査方向（Y方向）に細長い長方形の領域となり、投影光学系PL2による露光領域も長方形となる。そして、基本的な動作としては、レチクルステージ214を駆動して、その照明領域に対してマスターレチクルを+X方向（又は-X方向）に一定速度VRで移動するのに同期して、ウエハステージ220を駆動して、その露光領域に対してガラス基板を-X方向（又は+X方向）に速度 $\beta \cdot VR$ で移動する。この走査露光の開始時、及び終了時に、不要なパターンがガラス基板上に転写されないように、レチクルブラインド7に近接して2点鎖線で示すように可動ブラインド211が設置される。可動ブラインド211は、レチクルステージ駆動系217によってレチクルステージ214に同期して駆動される。その他の構成は第2の実施の形態と同様である。

このように走査露光を行って画面継ぎを行う場合でも、図15のワーキングレチクルWRの場合と同様に、継ぎ誤差を小さくするために隣接する2つの部分パターン領域の間の境界領域では、2つのマスターレチクルの重ね合わせ部の像を重ねて露光する。更に、露光量分布を均一化するためにその重ね合わせ部では外側ほど露光量が小さくなるようにする。

図19(a)～(f)は、上記の投影露光装置を用いて、所定のマスターレチクル251Aのパターンの縮小像をガラス基板259上に走査露光方式で転写する場合の説明図であり、図19(a)において、露光時にはY方向（非走査方向）に細長い照明領域210Sに照明光が照射される。また、マスターレチクル251Aのパターン領域255は、中央の単一露光部252をX方向に挟むように重ね合わせ部253、254を配置して構成され、重ね合わせ部253、254内のパターンの像が、別のマスターレチクル（不図示）の重ね合わせ部のパターンの像と

重ね合わせて露光される。従って、全体として平坦な積算露光量を得るために、重ね合わせ部 253, 254 のパターンの像を露光する際に、外側ほど露光量を低くして、台形状の露光量分布を得る必要がある。

本例のように通常の開口を有するレチクルブラインドを用いて、かつ走査露光方式で台形状の露光量分布を得るための露光動作の一例につき説明する。まず、図 19 (a), (b)において、単一露光部 252 の Y 方向 (非走査方向) の幅を L1、重ね合わせ部 253, 254 の Y 方向の幅を L、照明領域 210S の Y 方向の幅を L2、照明領域 210S の X 方向 (走査方向) の幅を H とすると、照明領域 210S の Y 方向の幅 L2 は、次のように単一露光部 252 の幅 L1 と片側の重ね合わせ部 253 の幅 L との和になる。

$$L_2 = L_1 + L \quad (5)$$

そして、マスター レチクル 251A のパターンの像を図 19 (f) のガラス基板 259 上に走査露光方式で転写するものとして、まず第 2 の実施の形態と同様にマスター レチクル 251A とガラス基板 259 とのアライメントを行った後、照明領域 210S に照明光の照射を開始して、図 19 (a) ~ (e) に示すように、照明領域 210S に対してマスター レチクル 251A を -X 方向 (又は +X 方向) に一定速度 VR で移動させる。更に、その移動に合わせて矢印 256 で示すように、重ね合わせ部 253, 254 の外側にはみ出ないようにマスター レチクル 251A を Y 方向 (非走査方向) に振幅 L で振動させる。この振動の周期 TR は、1 以上の整数 n を用いて、以下の条件を満たすようにする。

$$TR = H / (n \cdot VR) \quad (6)$$

これは、マスター レチクル 251A は X 方向に照明領域 210S の幅 H だけ移動する間に、Y 方向に n 回振動することを意味する。図 19 (a) ~ (e) では n = 1 の場合が示されている。この結果、マスター

レチクル 251A が静止している系で考えると、照明領域 210S の中心は、マスター レチクル 251A に対して図 19 (a) の点線の軌跡 257 に沿って正弦波状に相対移動することになる。また、ガラス基板 259 は、マスター レチクル 251A とは逆方向に投影倍率  $\beta$  を速度比として移動するため、ガラス基板 259 が静止している系では、露光領域 230S は図 19 (f) の点線の軌跡 269 に沿ってガラス基板 259 に対して相対移動する。これによって、ガラス基板 259 上の部分パターン領域 260A には单一露光部 252 の縮小像が露光され、境界領域 261A, 262A にはそれぞれ重ね合わせ部 253, 254 の縮小像が露光される。

また、走査露光終了後の図 19 (f) のガラス基板 259 上の Y 方向に平行な FF 線に沿う断面での積算露光量 E1 の分布は、図 20 の曲線 258A に示すように、重ね合わせ部 261A, 262A で次第に低下する台形状となる。この場合にも、左右の部分パターン領域を中心とした積算露光量も、曲線 258B, 258D に示すように重ね合わせ部で低下する台形状となるため、全体としての積算露光量は均一で平坦となり、継ぎ誤差が小さくなるとともに、高い解像度が得られる。

なお、本例で走査露光後に図 21 (a2) の曲線 266A で示すように、完全に台形状の露光量分布を得るために、ガラス基板 259 を静止させた系では、図 21 (a1) の軌跡 263 で示すように露光領域 230S を 3 角波状に移動させることが望ましい。この際に、隣接する領域の露光量分布も曲線 266B に示すようになって、直線 266 で示すような平坦な露光量分布が得られる。

しかしながら、実際には図 21 (b1) の実線の軌跡 264、又は図 21 (c1) の実線の軌跡 265 に示すように、露光領域 230S をガラス基板に対して相対的に正弦波状、又は正弦波を折り返したような状

5 態（周辺部での存在確率が低い特殊な制御）で移動させてもよい。正弦波状に移動させたときには、図21（b）の曲線267A, 267Bに示すように隣合う領域の両端部で正弦波状に変化する積算露光量分布が得られて、全体として直線267に示すような平坦な露光量分布が得られる。一方、正弦波を折り返したような状態で移動させたときには、図  
10 21（c）の曲線268A, 268Bに示すように隣合う領域の両端部で正弦波を折り返した状態で変化する積算露光量分布が得られて、全体として直線268に示すような平坦な露光量分布が得られる。

15 また、上記のようにほぼ正弦波状の軌跡に合わせて高精度にマスター レチクル251A及びガラス基板259を移動させるためには、図14 のレチクルステージ214及びウエハステージ220をフィードフォワード制御で駆動すると共に、レーザ干渉計216, 222でモニタされる残留誤差のみをフィードバック制御で補正するようにすればよい。更に、走査露光のための同期制御と前記振動制御と同じアクチュエータで行うことが困難な場合は、別のアクチュエータに分けてもよい。その場合は、お互いに悪影響を及ぼさないように、各アクチュエータにカウンターウェイト機構やリアクションキャンセル機構を搭載することが望ましい。

20 上記の実施の形態では、非走査方向に対して重ね合わせ部を設ける場合につき説明したが、走査露光方式で図15に示すように、2次元的に重ね合わせ露光を行うことも可能である。このためには、走査方向の開始時と終了時とに図14の可動ブラインド211を用いて照明領域の幅を制御するか、又は照明光の照度自体を制御すればよい。これによって、走査方向の露光量分布も台形状にすることができる。

25 なお、この第3の実施の形態の露光方法を第1の実施の形態でレチクルを製造する場合に適用してもよい。

また、上記の第1の実施の形態の図9～図13に関する部分を除いて、上記の各実施の形態における「つなぎ露光」は、隣接するパターン同士のつなぎ部、即ち実際に重ね合わされるパターン部の有無には関係が無い。言い換えれば、第1パターンが転写される基板上の第1領域と、第2パターンが転写される基板上の第2領域とが部分的に重畠されている場合には、実際に重ね合わされるパターン（つなぎ部）の有無にかかわらず「つなぎ露光」と呼ぶ。

また、上記の各実施の形態においては、レチカルステージ上に複数枚のマスター・レチカルを載置しておき、レチカルステージの駆動によって必要なマスター・レチカルを露光位置に移動してもよい。これによって、マスター・レチカルの交換時間を短縮することができる。特に、走査露光方式の露光装置では、走査露光時にマスター・レチカルが移動される方向（走査方向）に沿って、レチカルステージ上に複数枚のマスター・レチカルを並べて保持するようにしてもよい。

更に、上記の各実施の形態では、オプティカル・インテグレータ（ホモジナイザー）としてフライアイレンズを使用するものとしたが、その代わりにロッドインテグレータを用いてもよく、更にはフライアイレンズ及び／又はロッドインテグレータを2段以上配置してもよい。また、照明条件を変更するために、切り替えレボルバ5（図2）又は絞り可変板205（図14）を用いるものとしたが、その代わりに、あるいはそれと併用して、そのオプティカル・インテグレータよりも光源側に配置される光学素子（アキシコン、ズームレンズなど）を移動して照明光の強度分布を変更するようにしてもよい。なお、投影光学系は屈折系、反射系、又は反射屈折系の何れであってもよい。

また、上記の各実施の形態において、ワーキングレチカルは反射型又は透過型の何れであってもよく、その基板材料も前述の合成石英、フッ

素をドープした石英、シリコンウエハなどに限定されるものではなく任意でよい。更に、その基板材料のサイズも6インチ、9インチなどに限定されるものではなく任意で構わない。

また、上記の各実施の形態は、紫外光を使用する投影露光装置用の透過型のワーキングレチクルを製造する場合につき説明したが、本発明は、軟X線等の波長5～50nm程度の極端紫外光（EUV光）を用いる露光装置用の反射型のワーキングレチクルを製造する場合にも適用できる。更に、本発明は電子線描画装置用のメンブレン構造の実露光用のマスクを製造する場合にも適用できる。

また、上記のワーキングレチクルを製造するために使用する露光装置としては、光学式の投影露光装置の他に、例えばセルプロジェクション方式の電子線を偏向して露光を行う電子線露光装置を使用してもよい。この電子線露光装置では、電子線を偏向する際に収差が発生することから、非走査方向に狭い領域しか露光できない場合がある。その場合、上記の実施の形態では、マスク及び基板を同期して非走査方向に移動するのみで、その電子線をセルに整形するためのアバーチャ部やセル部を同期して駆動する必要はないため、簡単な構成で非走査方向に広い領域の露光を行うことができるという利点がある。

また、本発明は、半導体デバイス等を製造する際に、例えばウエハ上の各ショット領域の回路パターンを露光する工程で、複数枚のレチクルのパターンの縮小像を画面継ぎを行いながら露光する場合にも適用することができる。これによって、より応答速度等に優れた高機能のデバイスを製造できる。

なお、上記の実施の形態の露光装置として、投影光学系を用いることなくマスクと基板とを密接させてマスクのパターンを露光するプロキシミティ露光装置にも適用することができる。

また、露光装置の用途としてはマスク及び半導体製造用の露光装置に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレート等に液晶表示素子パターンを露光する液晶用やプラズマディスプレイ用の露光装置や、薄膜磁気ヘッドを製造するための露光装置にも広く適用できる。

5 そして、上記の各実施の形態の露光装置の露光用の照明光（露光ビーム）としては、g線（436 nm）、i線（365 nm）、KrFエキシマレーザー（248 nm）、ArFエキシマレーザ（193 nm）、F<sub>2</sub>レーザ（157 nm）、又はAr<sub>2</sub>レーザ光（波長126 nm）等のみならず、DFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域又は可視域の単一波長レーザを、例えばエルビウム（Er）（又はエルビウムとイッテルビウム（Yb）の両方）がドープされたファイバーアンプで増幅し、かつ非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いてもよい。また、露光ビームとしてEUV光を用いる場合には、マスターレチクルとしては反射型のレチクルが使用されると共に、  
10 投影光学系としては、一例として複数枚（例えば3～8枚程度）の反射光学素子のみからなり、物体面側が非テレセントリックで像面側がテレセントリックとなる反射系が使用される。

15 さらに、露光ビームとしてX線や電子線等の荷電粒子線を用いることができる。例えば、電子線を用いる場合には電子銃として、熱電子放射型のランタンヘキサボライト（LaB<sub>6</sub>）、タンタル（Ta）を用いることができる。また、投影光学系の倍率は縮小系のみならず等倍及び拡大系のいずれでもいい。

20 なお、投影光学系としては、エキシマレーザ等の遠紫外線を用いる場合は硝材として石英や螢石等の遠紫外線を透過する材料を用い、Ar<sub>2</sub>レーザやX線を用いる場合は反射屈折系又は屈折系の光学系にし（レチクルも反射型タイプのものを用いる）、また、電子線を用いる場合には

光学系として電子レンズ及び偏向器からなる電子光学系を用いればいい。なお、電子線が通過する光路は真空状態にすることはいうまでもない。

また、複数のレンズから構成される照明光学系、投影光学系を露光装置本体に組み込み光学調整をすると共に、多数の機械部品からなるレチクルステージやウエハステージを露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、更に総合調整（電気調整、動作確認等）をすることにより上記の実施の形態の露光装置を製造することができる。なお、露光装置の製造は温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

そして、マスクを製造する場合の他に例えば半導体デバイスを製造する場合にも上記の実施の形態の露光方法が適用できる。例えば半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、このステップに基づいたレチクルを製造するステップ、シリコン材料からウエハを制作するステップ、前述した実施の形態の露光装置（露光方法）によりレチクルのパターンをウエハに露光するステップ、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）、検査ステップ等を経て製造される。

なお、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。また、それぞれ明細書、特許請求の範囲、図面、及び要約を含む1998年6月17日付け提出の日本国特許出願第10-169721号、及び1998年10月13日付け提出の日本国特許出願第10-290181号の全ての開示内容は、そっくりそのまま引用して本願に組み込まれている。

## 25 産業上の利用の可能性

本発明の第1のマスクの製造方法によれば、投影露光装置の露光光を

透過させない感光材料を用いていると共に、転写用のパターンを拡大したパターンを描画しているため、転写用のパターンが形成されたマスクを短時間に、かつ高精度に製造できる利点がある。

また、本発明の第2のマスクの製造方法によれば、転写用のパターンを既存パターン部と新規形成用パターン部とに分割しているため、種々の回路ユニットを所定の位置関係で配置して、これらの間を配線パターン等でつなぐことによって形成できるパターンを有するマスクを、短時間に製造できる利点がある。

また、本発明の第3のマスクの製造方法によれば、画面継ぎを行いながら露光する際に所定の重なり部を設けているため、大面積で微細な転写用のパターンが形成されたマスクを短時間に、かつ高精度に製造できる利点がある。

本発明の第1の投影露光方法によれば、露光中にマスクパターンを移動させているため、照明光学系の機構を複雑化することなく、そのマスクパターンの重ね合わせ部の露光量を外側ほど低くすることができる。

従って、複数枚のマスクパターンの像の境界部での全体の露光量のむらが小さくなる。また、そのマスクパターンと基板とを同期して移動させることで、それら複数枚のマスクパターンの像の境界部の継ぎ誤差が小さくなる。

次に本発明の第2の投影露光方法によれば、走査露光中にマスクパターンと基板とを同期して移動しているため、複数枚のマスクパターンの像の境界部の継ぎ誤差が小さくなる。また、そのマスクパターンを非走査方向にも移動させることによって、その境界部の近傍の露光量のむらを小さくできる。

また、本発明の投影露光装置によれば本発明の投影露光方法が実施できる。

61

また、本発明のデバイスの製造方法によれば、マスク又は種々のデバイスを小さい継ぎ誤差で高精度に製造できる。

5

10

15

20

25

## 請 求 の 範 囲

1. 転写用のパターンが形成されて所定の露光ビームに照射されるマスクの製造方法において、
  - 5 前記転写用のパターンを拡大した原版パターンの設計データを作成し、少なくとも一枚の第1の基板上に所定の波長域の光を吸収する色素が混入された感光材料を塗布して、前記第1の基板上に前記原版パターンの少なくとも一部を描画する第1工程と、  
前記第1の基板上の前記感光材料を現像する第2工程と、
    - 10 前記第1の基板をそれぞれ前記第2工程で残された感光材料をマスクパターンとする親マスクとして、前記感光材料で吸収される波長域の照明光を露光ビームとして縮小投影を行う投影露光装置を用いて、前記親マスクのパターンの縮小像を前記マスクとなる第2の基板上に継ぎ合わせて露光する第3工程と、
    - 15 を有することを特徴とするマスクの製造方法。
  2. 転写用のパターンが形成されたマスクの製造方法において、前記転写用のパターンの設計データに基づいて、前記転写用のパターンを既存パターン部と新規形成用パターン部とに分割する第1工程と、  
前記新規形成用パターン部のパターンに対応する原版パターンを第1の基板上に描画して第1の親マスクを作成する第2工程と、  
前記既存パターン部のパターンに対応する原版パターンが形成されているマスクを第2の親マスクとして、前記第1及び第2の親マスクのパターンの像を継ぎ合わせながら前記マスクとなる第2の基板上に露光する第3工程と、を有することを特徴とするマスクの製造方法。
    - 25 3. 所定の線状パターンを含む転写用のパターンが形成されたマスクの製造方法において、

前記転写用のパターンの拡大パターンを前記線状パターンの中間部に  
対応する位置を境界部として複数の親パターンに分割し、

該複数の親パターンの縮小像を前記マスクとなる基板上に継ぎ合わせ  
て投影露光するに際して、

5 複数の前記親パターン中の前記線状パターンの境界部に対応する部分  
に長手方向に所定幅の重なり部を設けると共に、該重なり部にそれぞれ  
先端部の広いテープ部を設けたことを特徴とするマスクの製造方法。

4. 所定のパターンを複数枚のマスクパターンに分割し、該複数枚のマ  
スクパターンの像を投影光学系を介して画面継ぎを行いながら基板上に  
10 露光することによって、前記所定のパターンの全体の像を前記基板上に  
転写する投影露光方法であって、

前記所定のパターンを前記複数枚のマスクパターンに分割する際に隣  
接する2つのマスクパターンの境界部にそれぞれ重複部よりなる重ね合  
わせ部を設けておき、

15 前記複数枚のマスクパターンの各マスクパターンの像を前記投影光学  
系を介して前記基板上に露光する際に、

該マスクパターン中で前記投影光学系に対して固定された所定の視野  
内のパターンの像を前記投影光学系を介して前記基板上に露光すると共  
に、

20 該マスクパターンと前記基板とを前記視野に対して該マスクパターン  
の前記重ね合わせ部の幅及び露光時間に応じて同期して移動させること  
を特徴とする投影露光方法。

5. 所定のパターンを複数枚のマスクパターンに分割し、該複数枚のマ  
スクパターンの像を投影光学系を介して画面継ぎを行いながら基板上に  
25 露光することによって、前記所定のパターンの全体の像を前記基板上に  
転写する投影露光方法であって、

前記所定のパターンを少なくとも所定方向に沿って前記複数枚のマスクパターンに分割すると共に、前記所定方向に隣接する2つのマスクパターンの境界部にそれぞれ重複部よりなる重ね合わせ部を設けておき、

前記複数枚のマスクパターンの各マスクパターンの像を前記投影光学系を介して前記基板上に露光する際に、

該マスクパターン中で前記投影光学系に対して固定されて前記所定方向に長い視野内のパターンの像を前記投影光学系を介して前記基板上に露光した状態で、前記視野に対して該マスクパターンと前記基板とを実質的に前記所定方向に直交する方向に前記投影光学系の投影倍率と同じ速度比で同期して走査しつつ、

該マスクパターンと前記基板とを前記視野に対して該マスクパターンの前記重ね合わせ部の幅及び露光時間に応じて前記所定方向に同期して移動させることを特徴とする投影露光方法。

6. マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して基板上に露光する投影露光装置において、

前記投影光学系は所定の視野内の前記マスクのパターンの像を前記基板上に露光する光学系であり、

前記マスクを保持して所定方向に移動自在のマスクステージと、

前記基板を保持して前記所定方向を含む二次元方向に移動自在の基板ステージと、

前記マスクの前記視野内のパターンの像が前記投影光学系を介して前記基板上に露光されている際に、前記マスクステージ及び前記基板ステージを駆動して前記マスクのパターンの端部が前記視野から所定幅だけはみ出すように、前記マスクと前記基板とを同期して前記所定方向に移動させる制御系と、を有することを特徴とする投影露光装置。

7. マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して基板上に露光す

る投影露光装置において、

前記投影光学系は所定方向に長い視野内の前記マスクのパターンの像を前記基板上に露光する光学系であり、

前記マスクを保持して前記所定方向及び該所定方向に実質的に直交する方向に移動自在のマスクステージと、

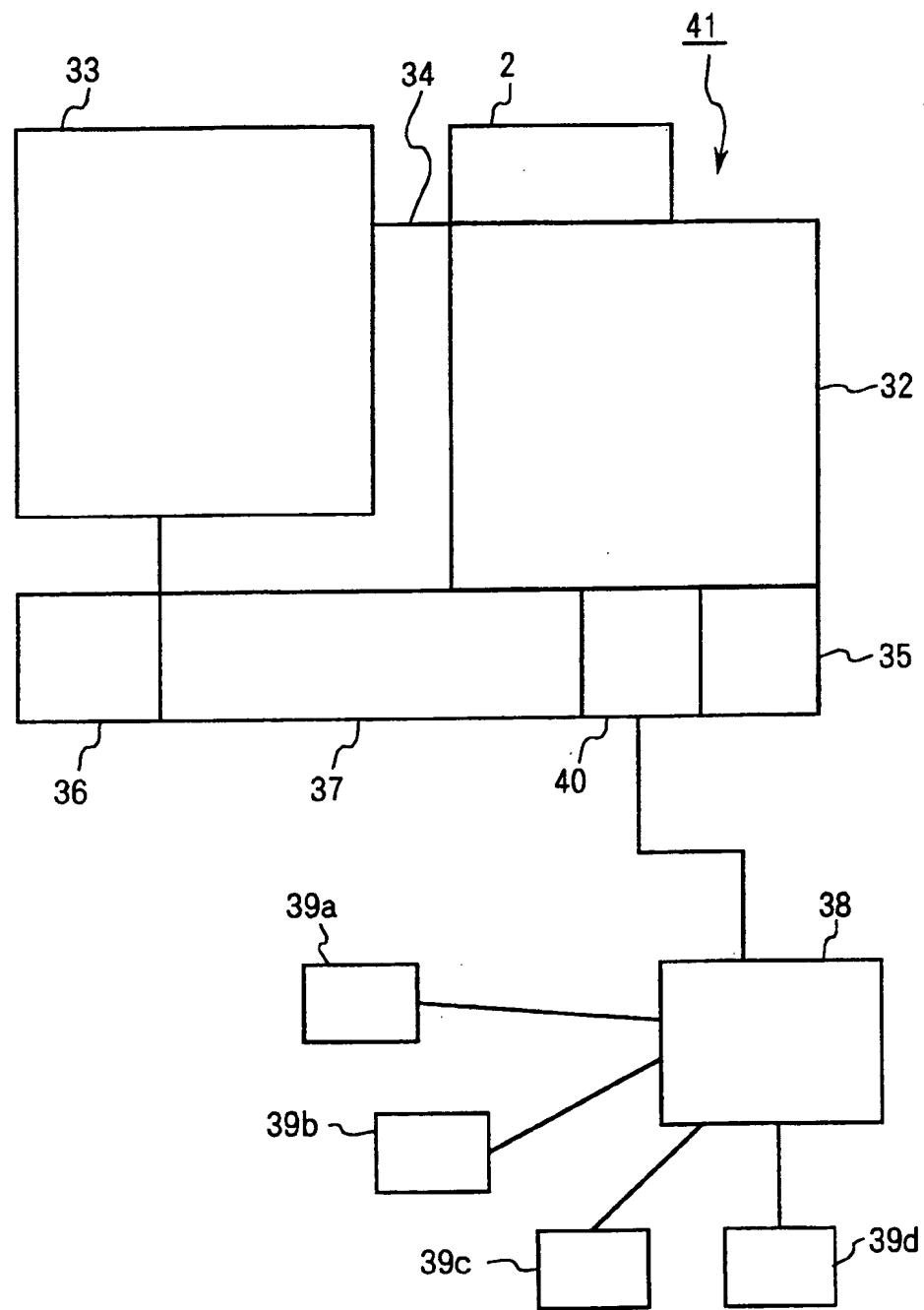
前記基板を保持して前記所定方向を含む二次元方向に移動自在の基板ステージと、

前記マスクの前記視野内のパターンの像が前記投影光学系を介して前記基板上に露光されている際に、前記マスクステージ及び前記基板ステージを駆動して前記マスク及び前記基板を前記所定方向に実質的に直交する方向に同期して移動させると共に、前記マスクのパターンの端部が前記視野から所定幅だけはみ出すように、前記マスクと前記基板とを同期して前記所定方向に移動させる制御系と、を有することを特徴とする投影露光装置。

8. 請求の範囲 4 又は 5 記載の投影露光方法を用いてデバイスパターンをワークピース上に転写する工程を含むことを特徴とするデバイスの製造方法。

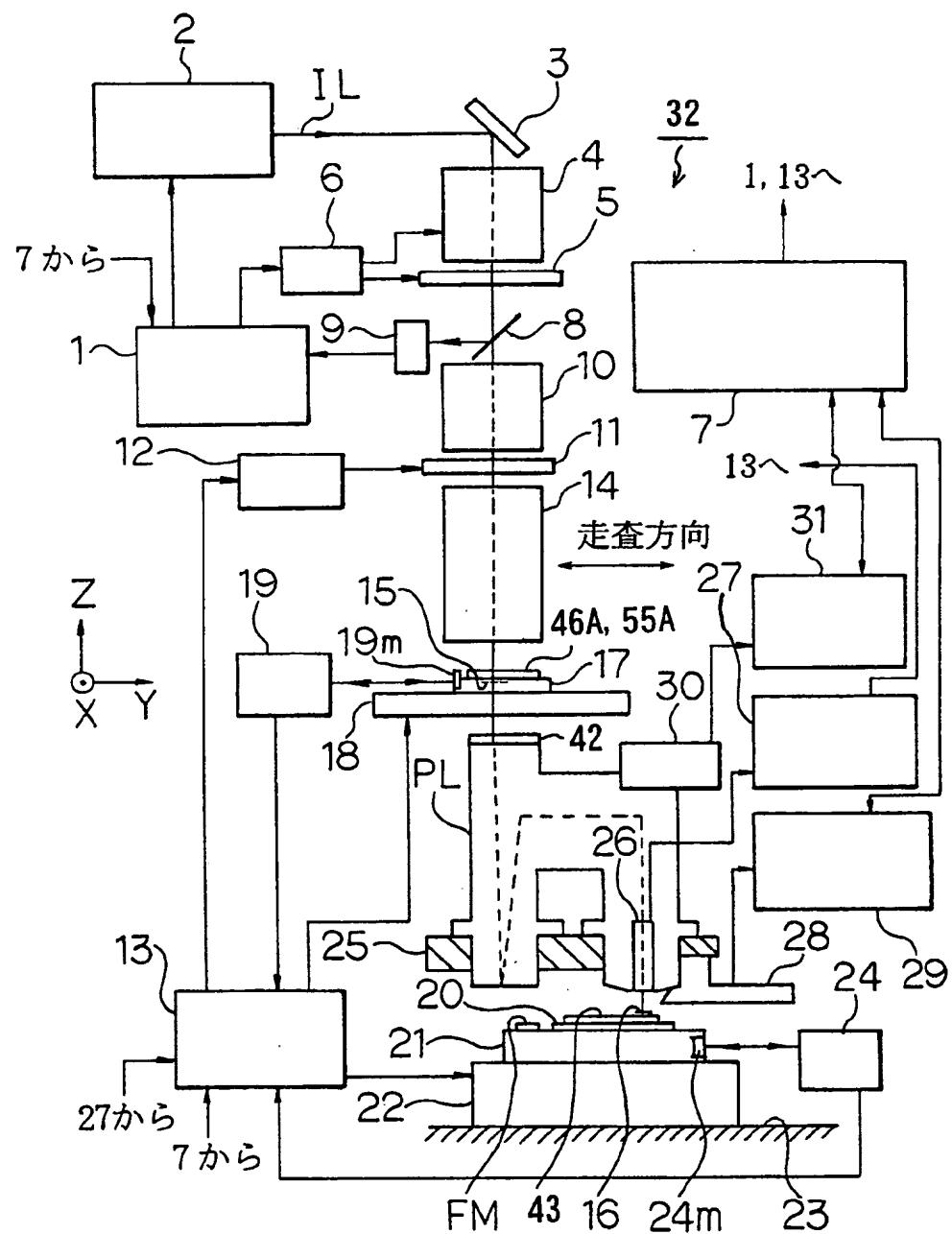
1/19

図 1



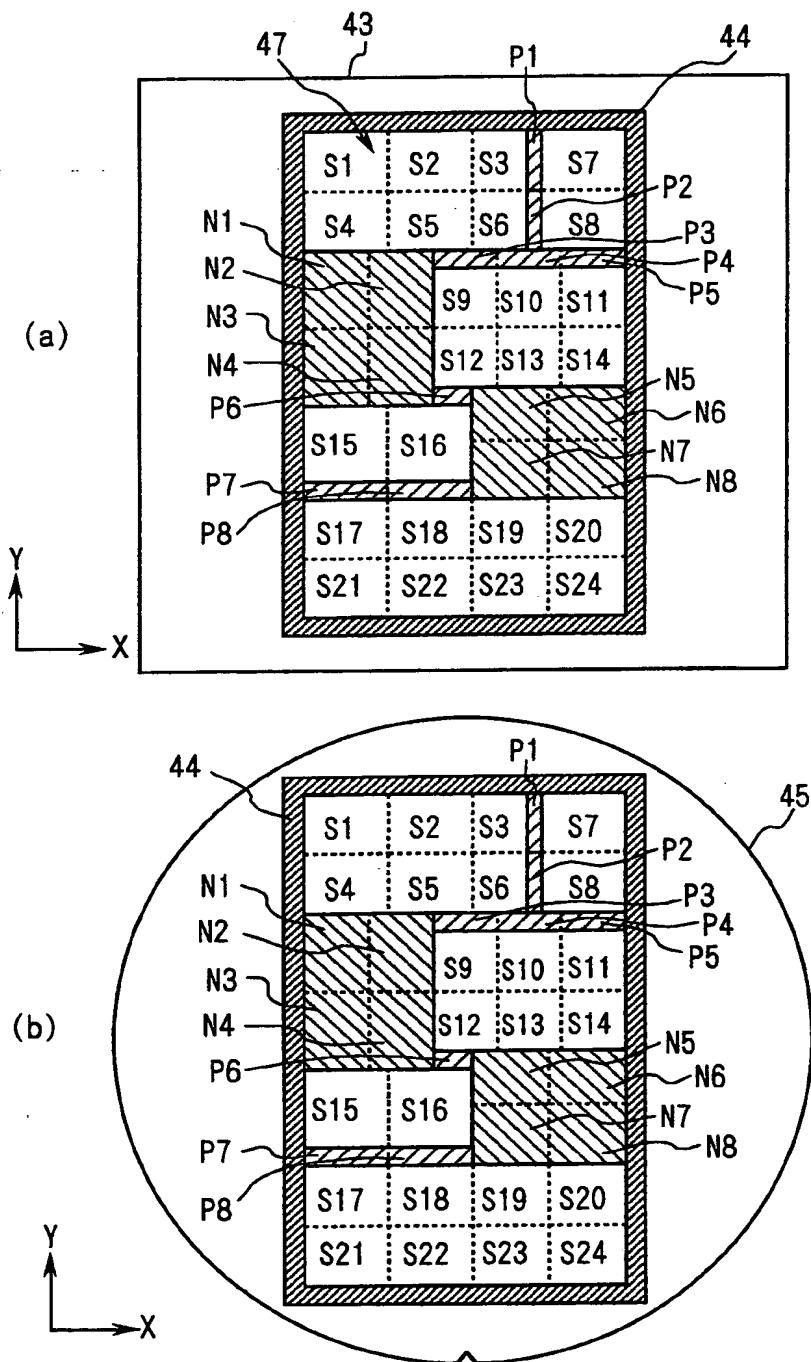
2/19

図 2



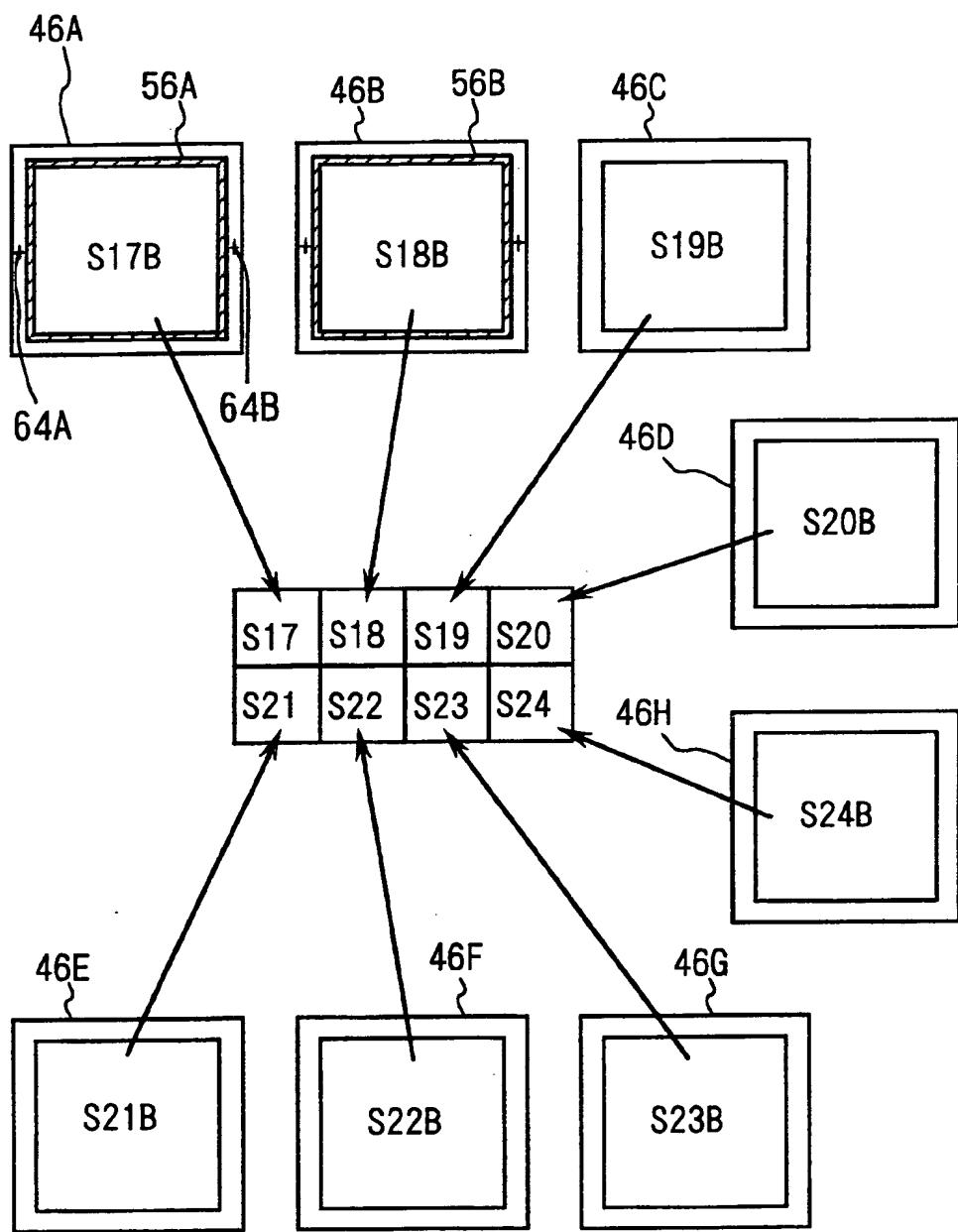
3/19

図 3



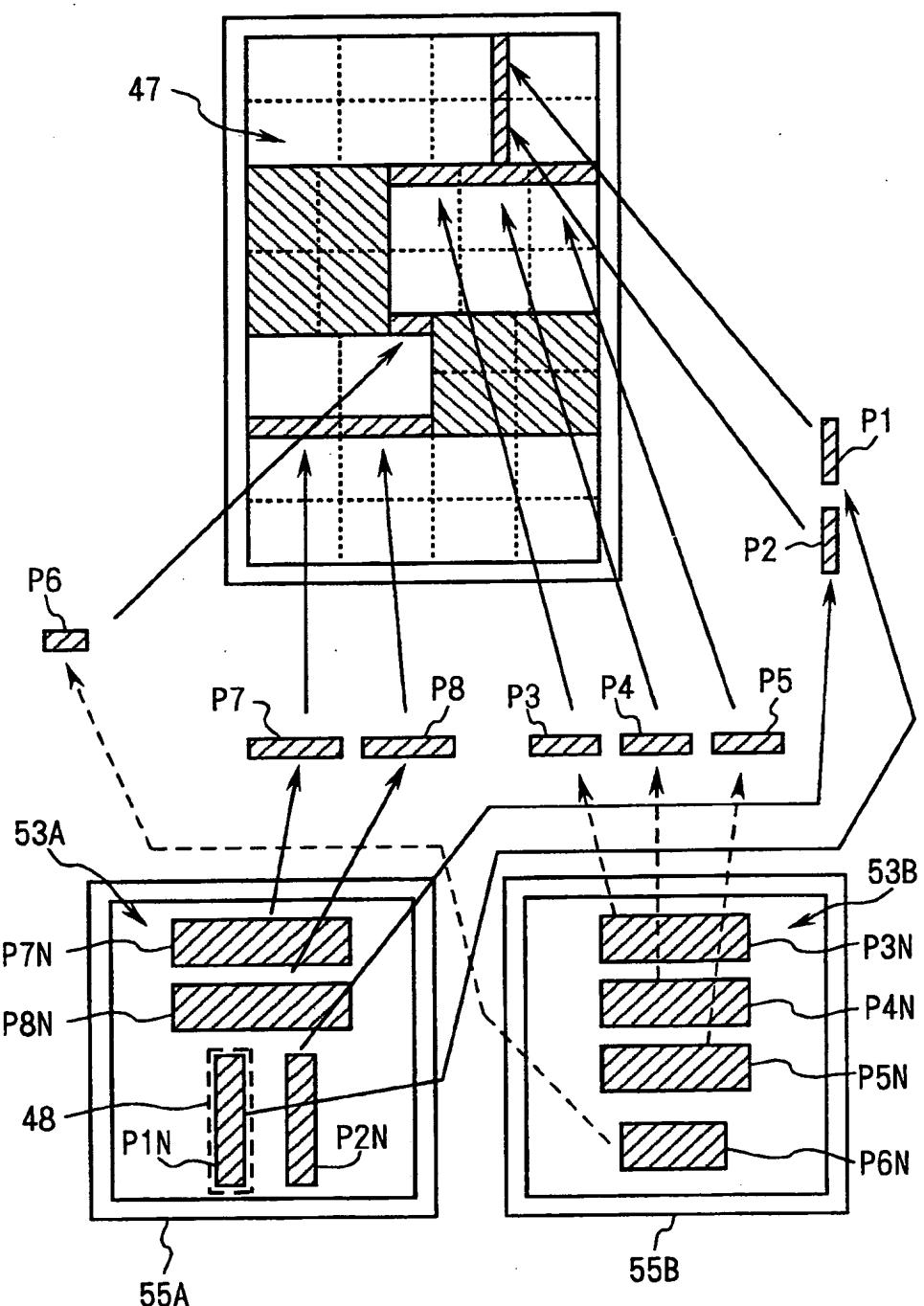
4/19

図 4



5/19

図 5



6/19

図 6

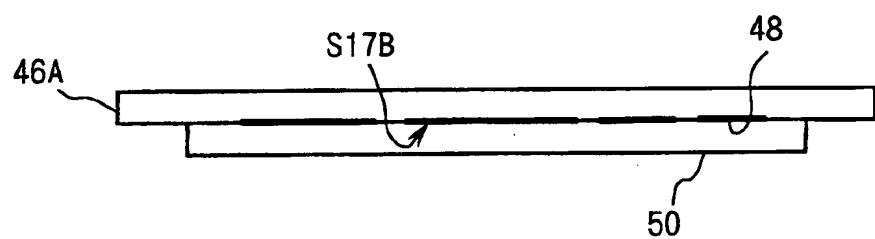
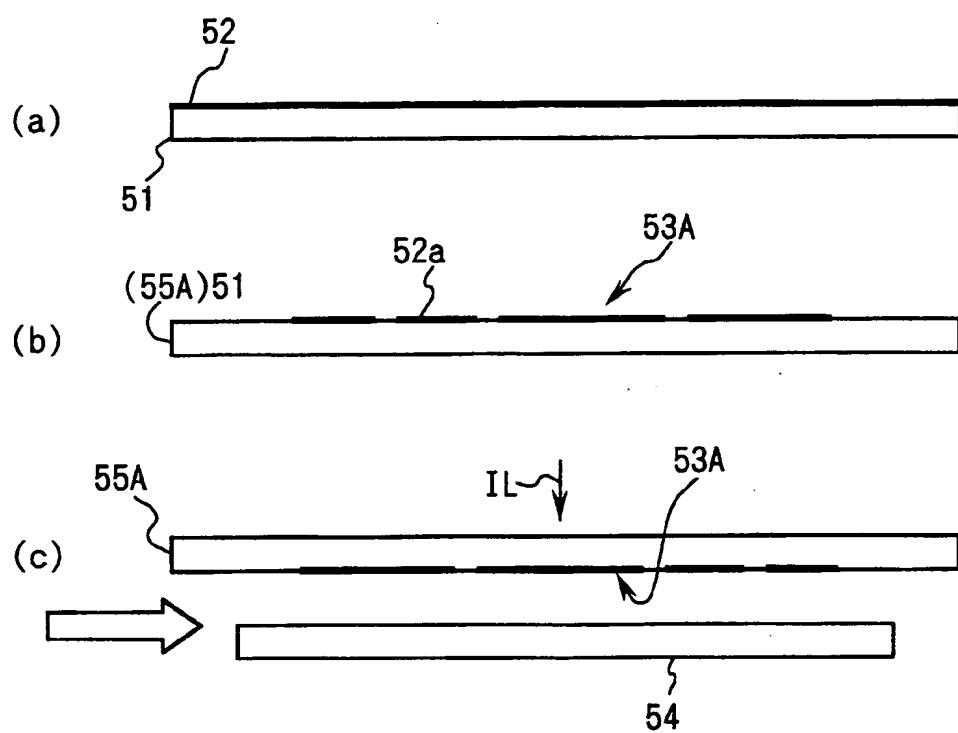
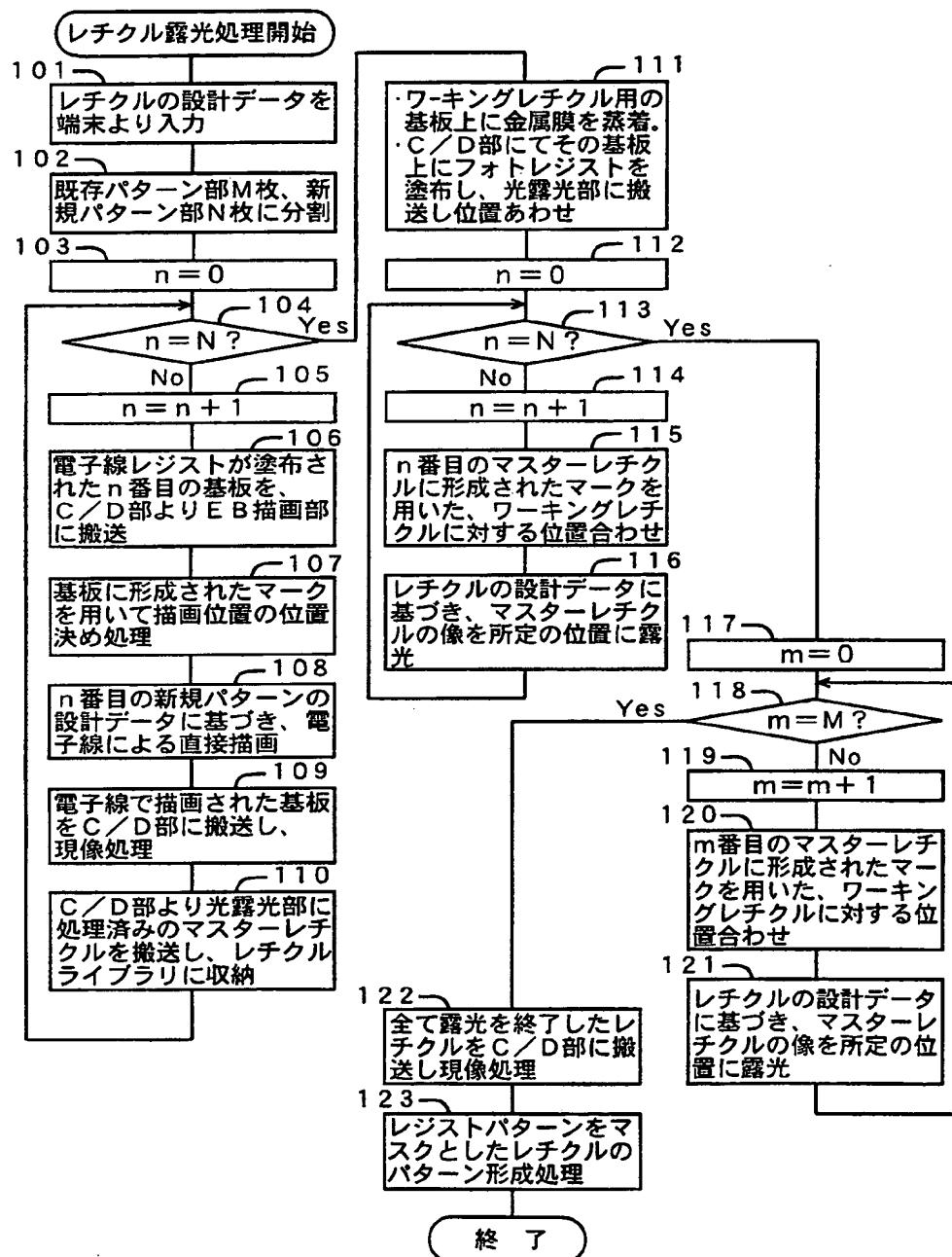


図 7



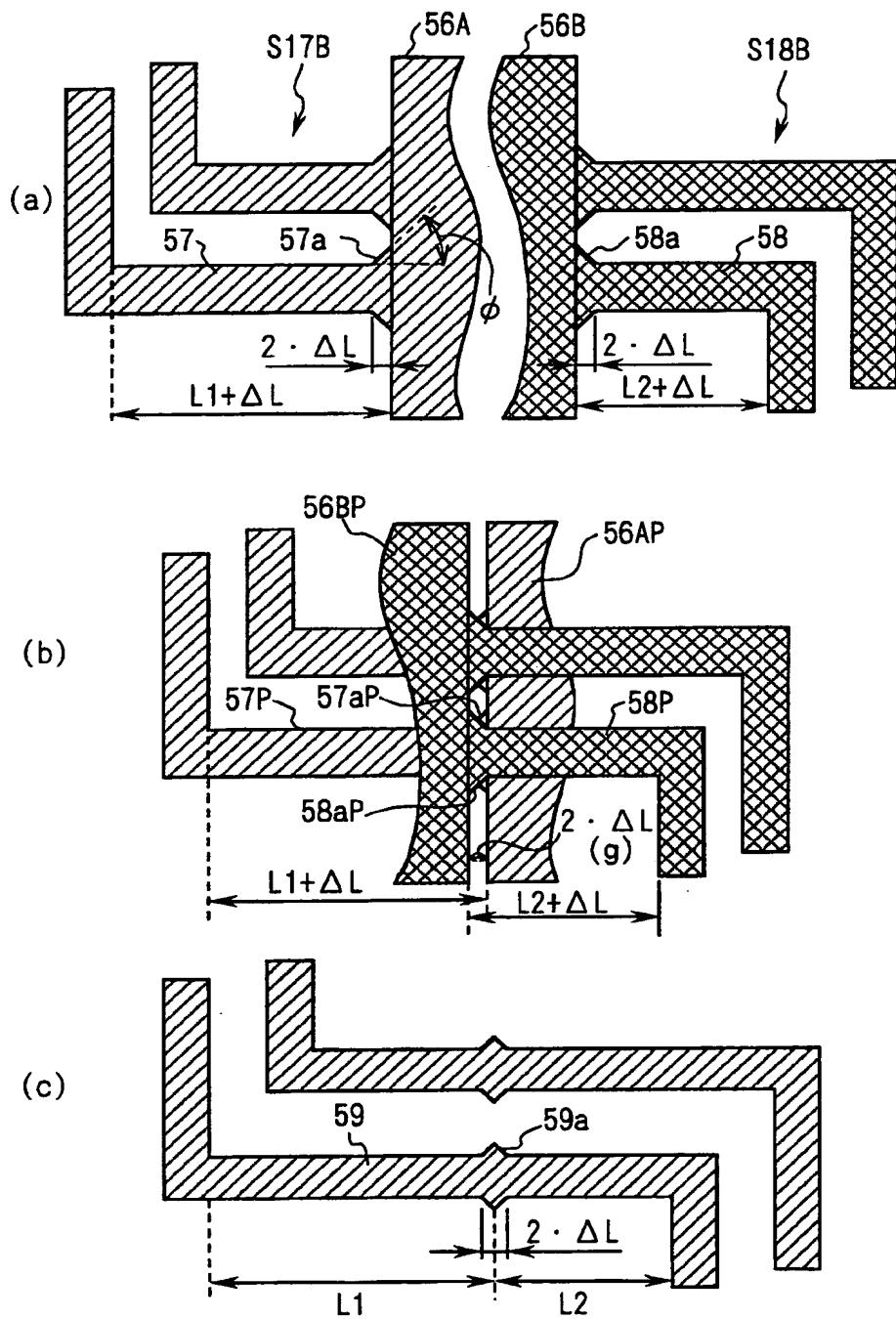
7/19

図 8



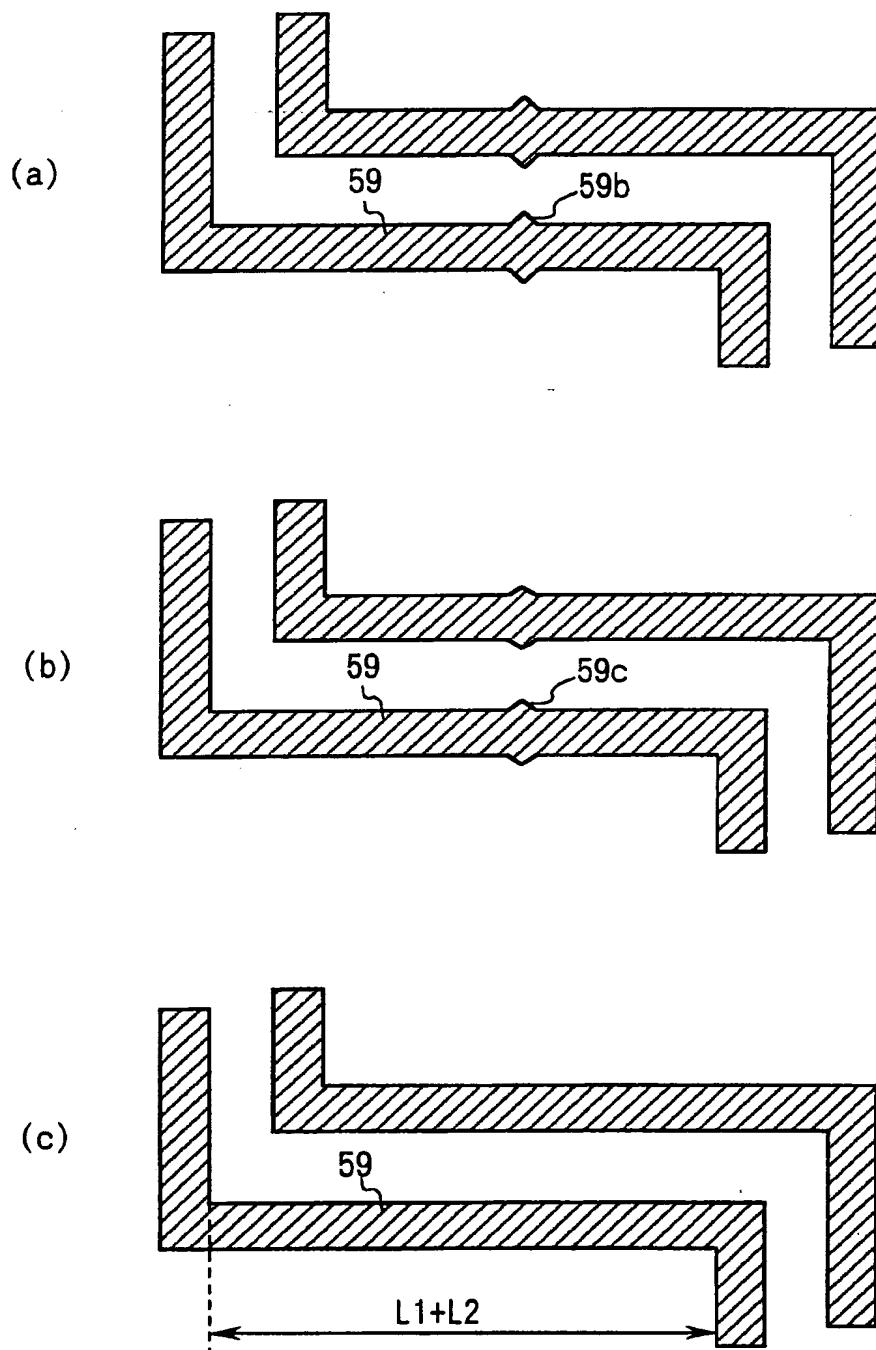
8/19

図 9



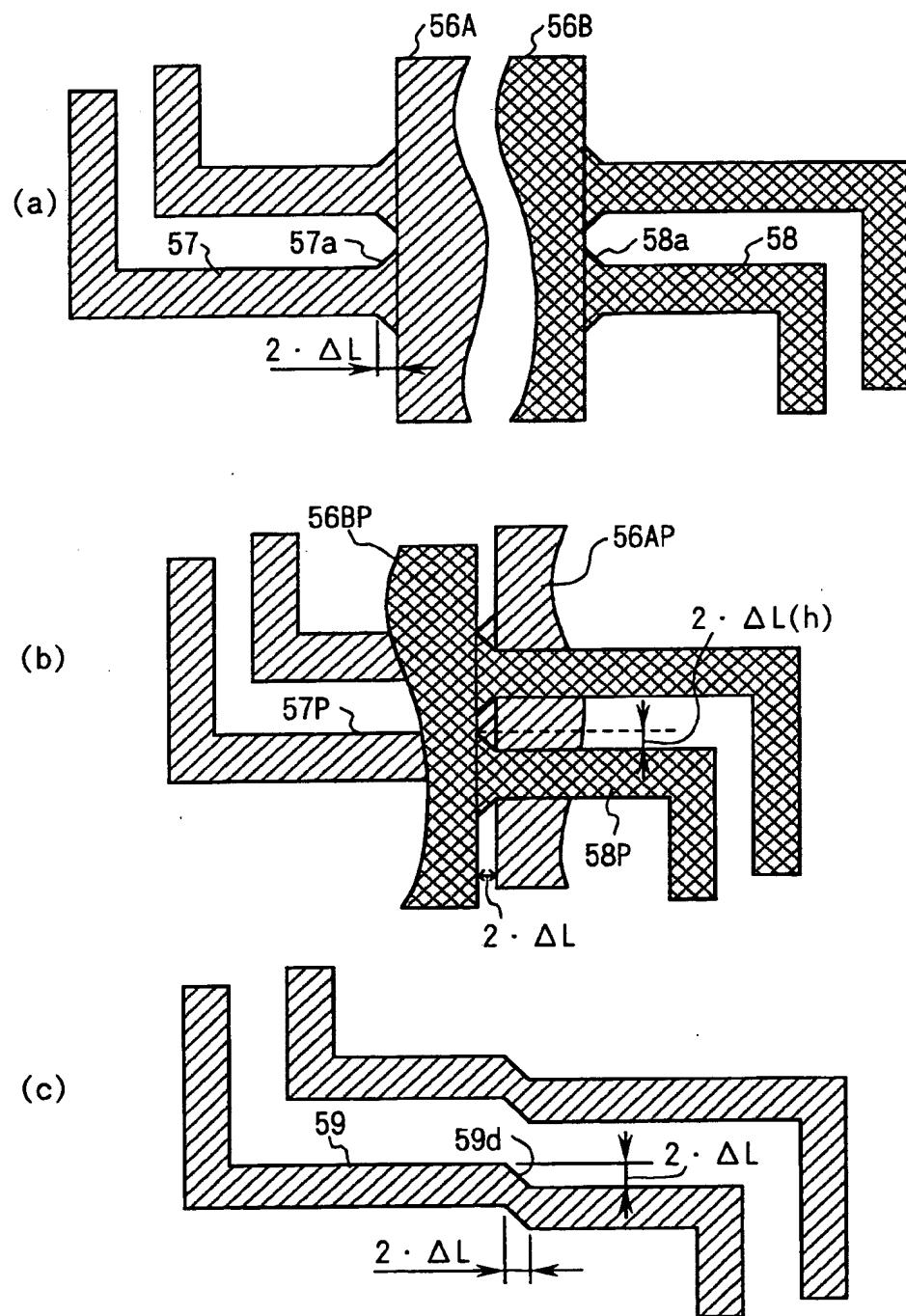
9/19

図 1 0



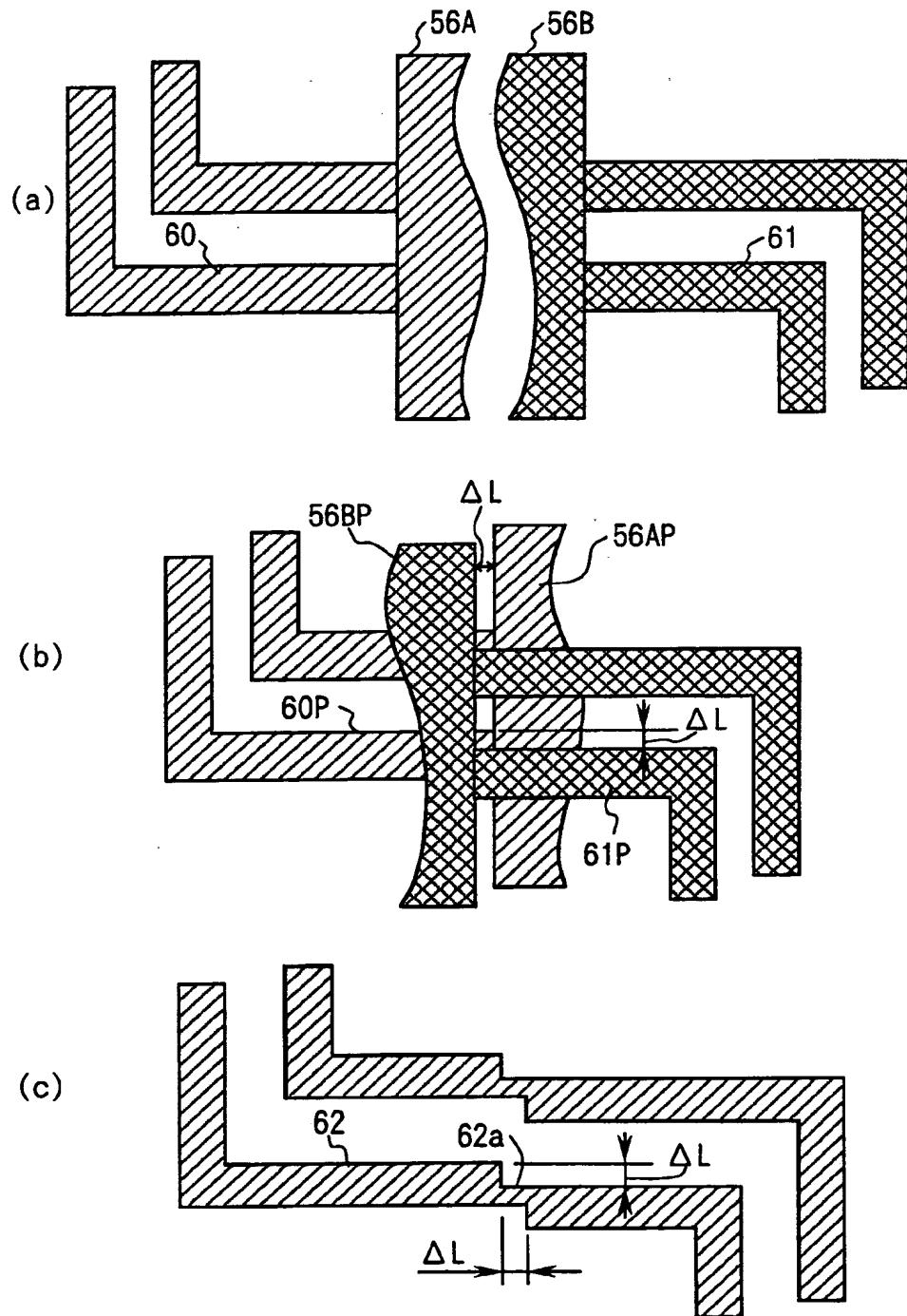
10/19

図 1 1



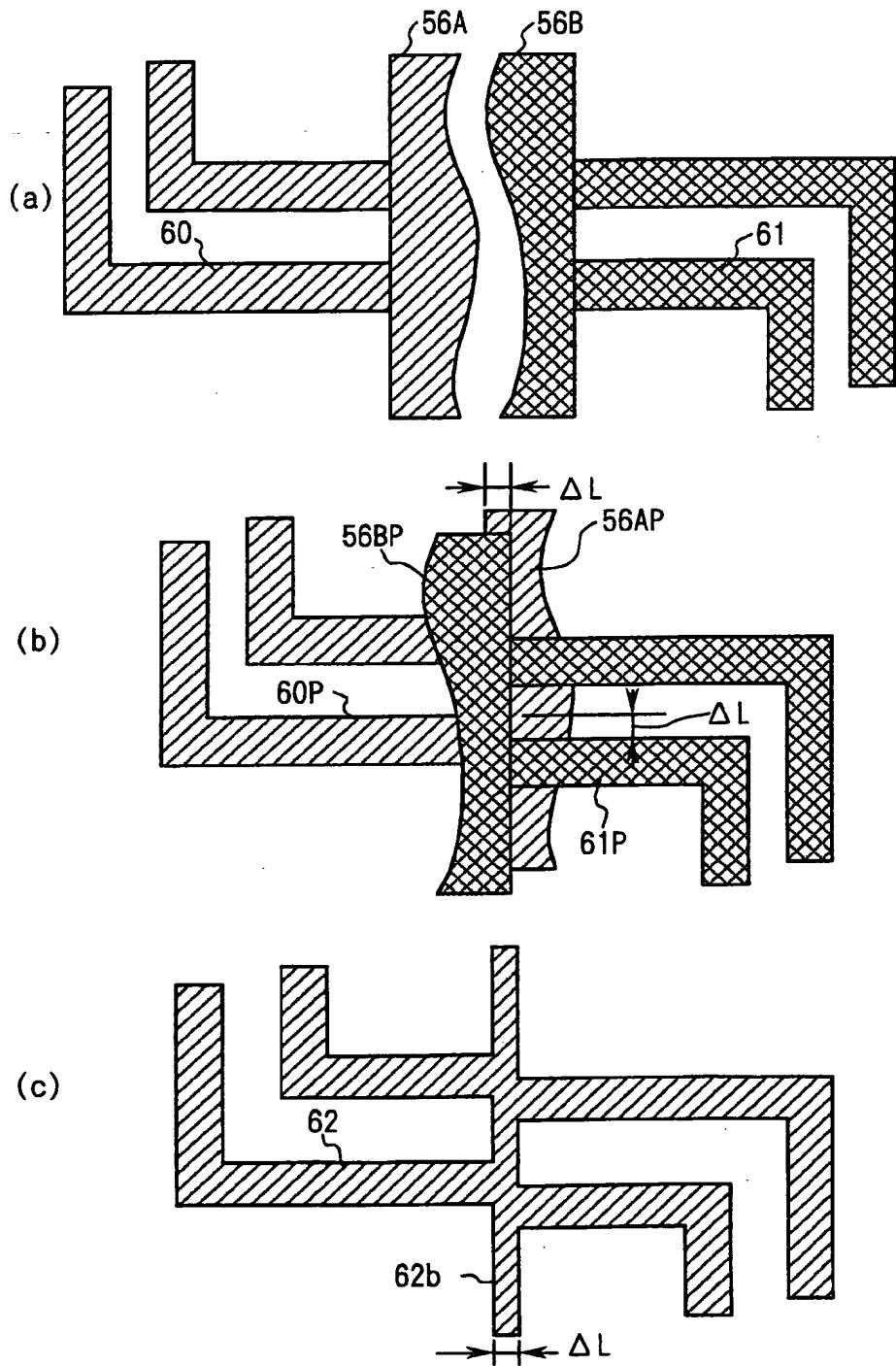
11/19

図 1 2



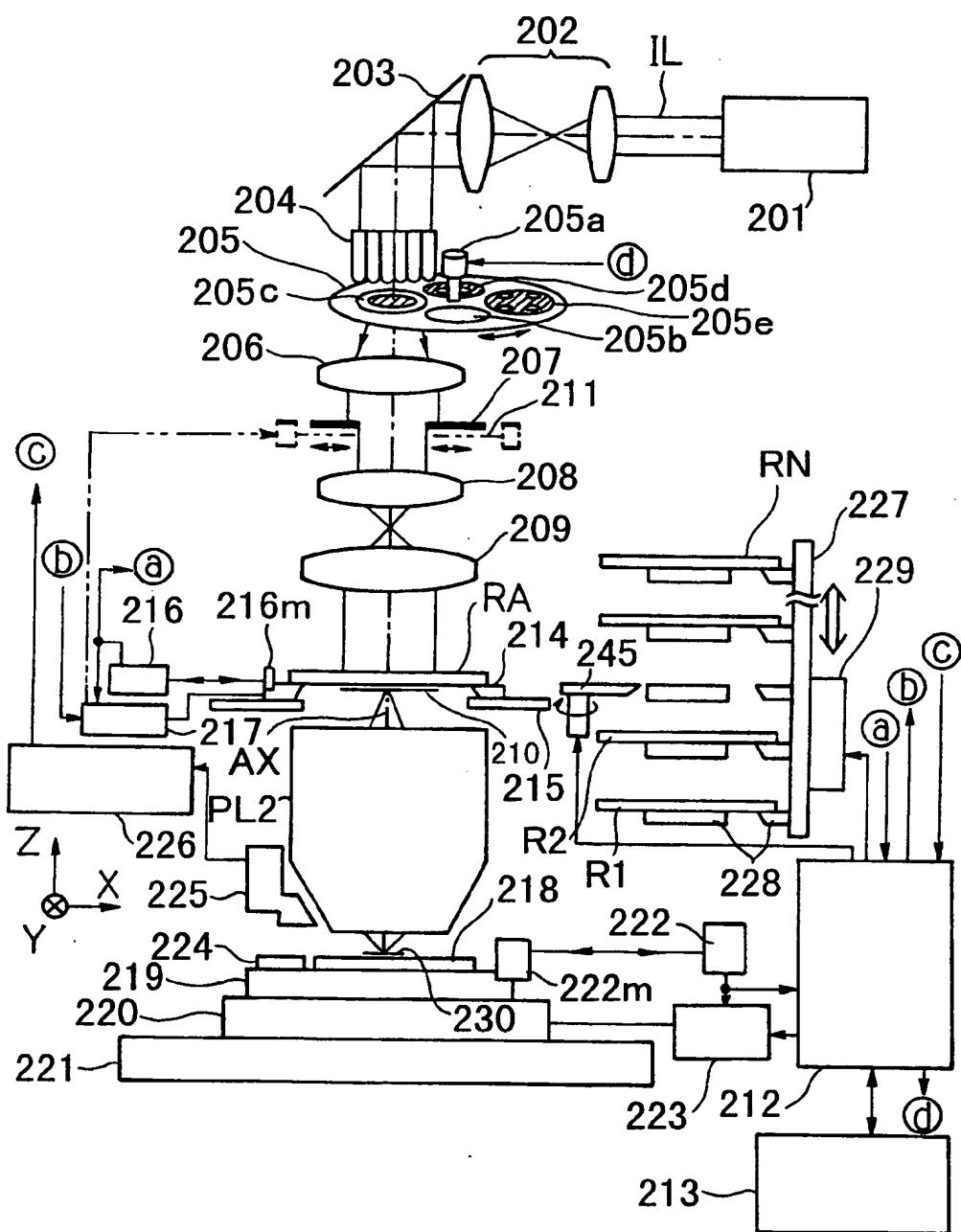
12/19

図 1 3



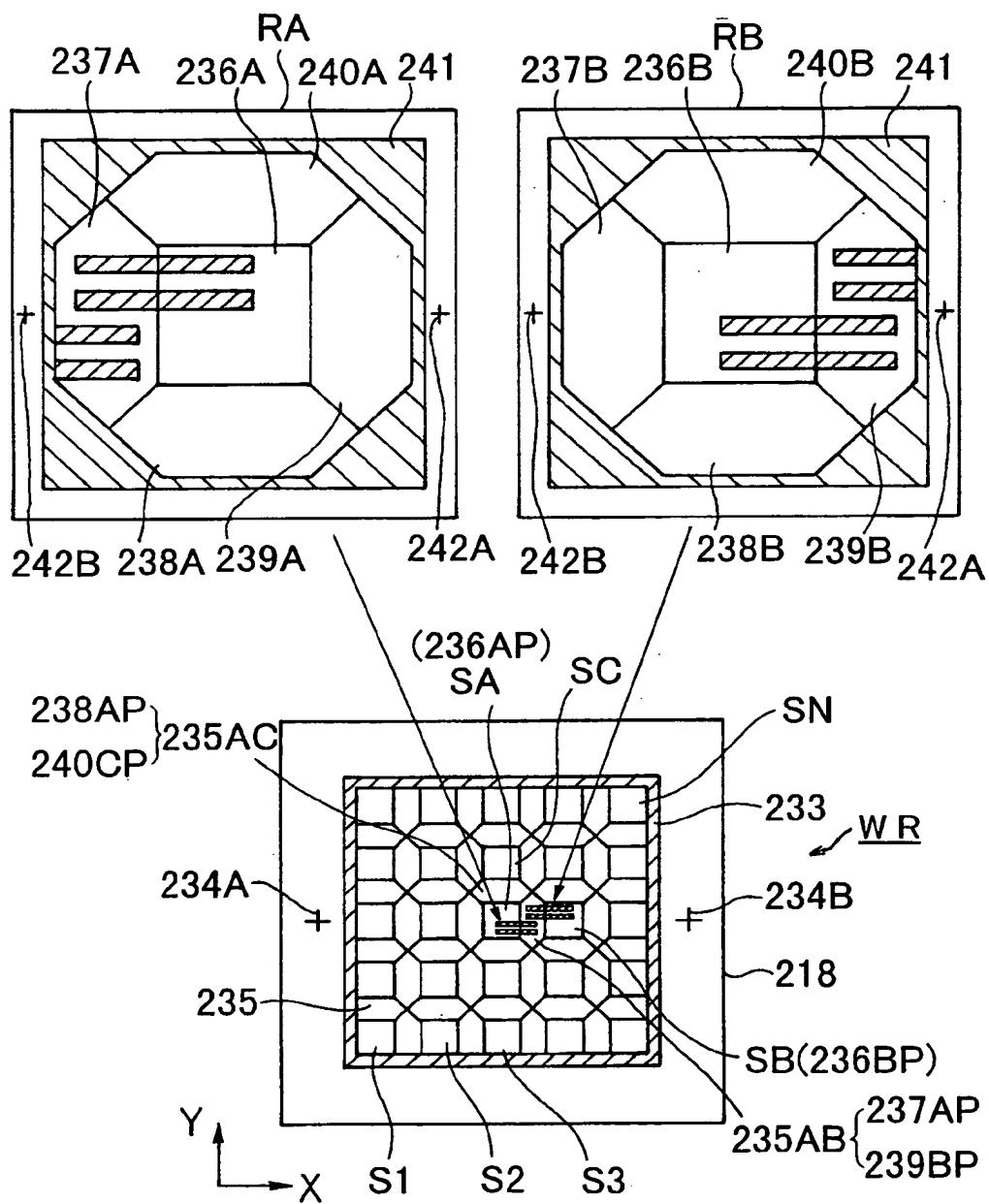
13/19

図 1 4



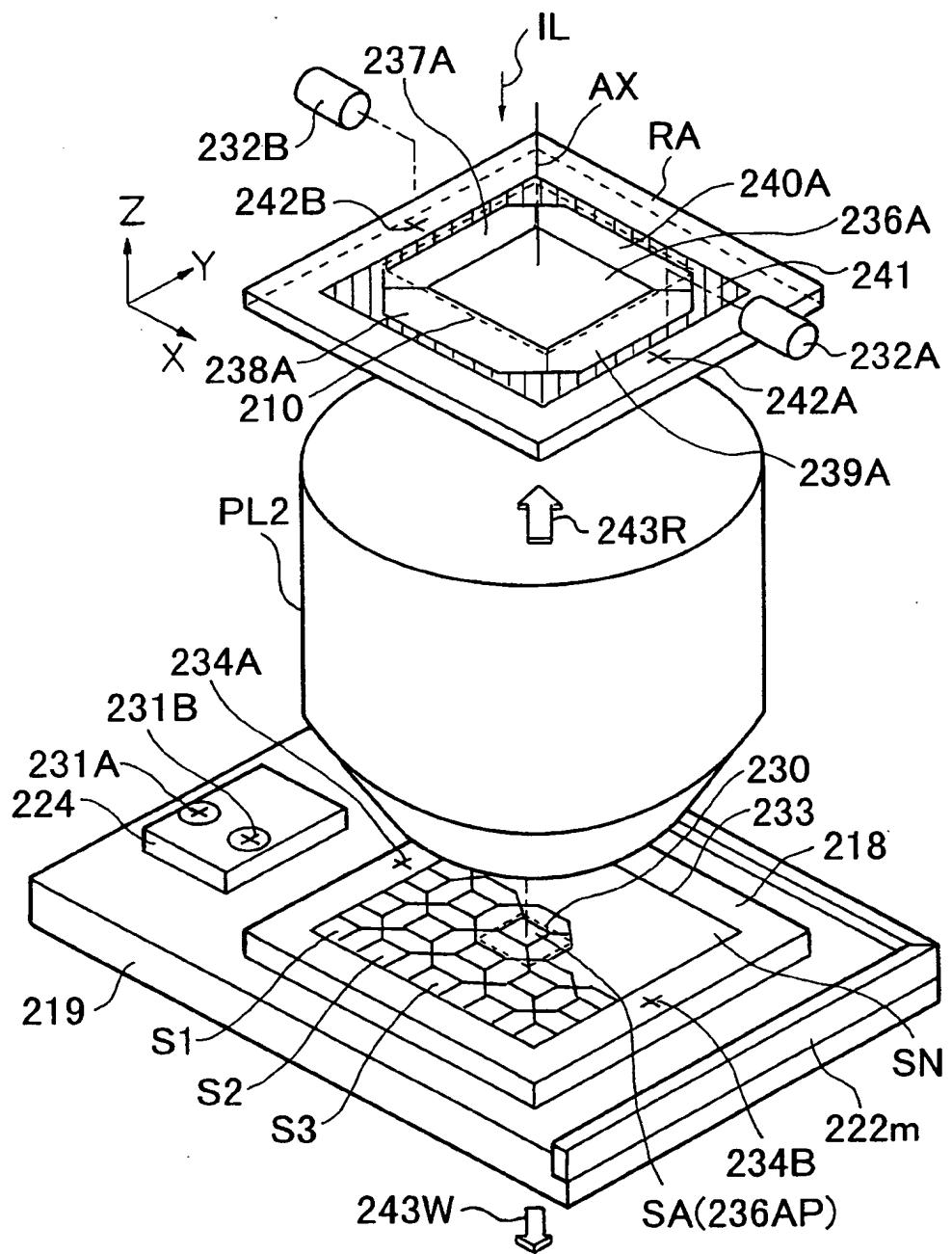
14/19

図 1 5



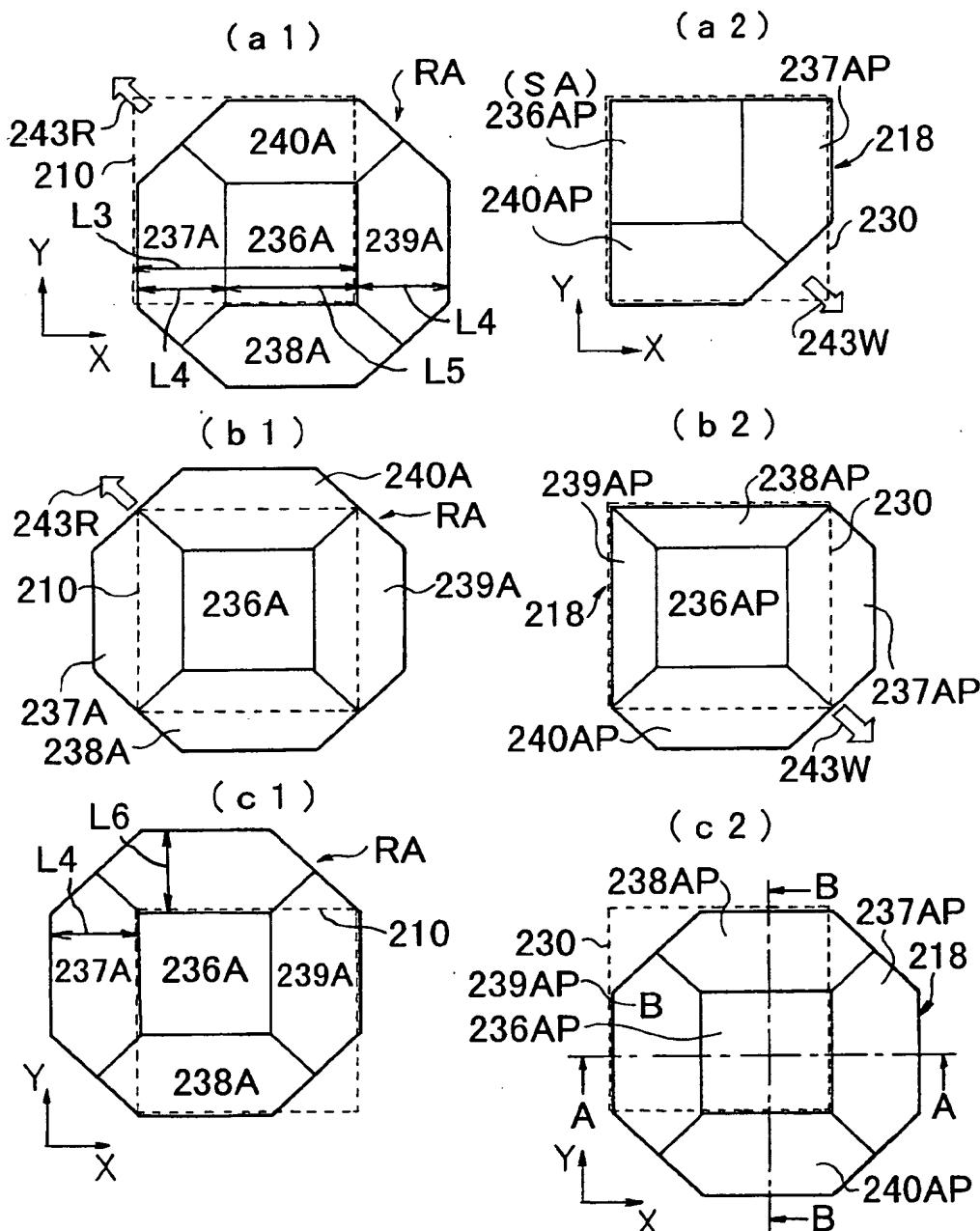
15/19

図 1 6



16/19

図 1 7



17/19

図 1 8

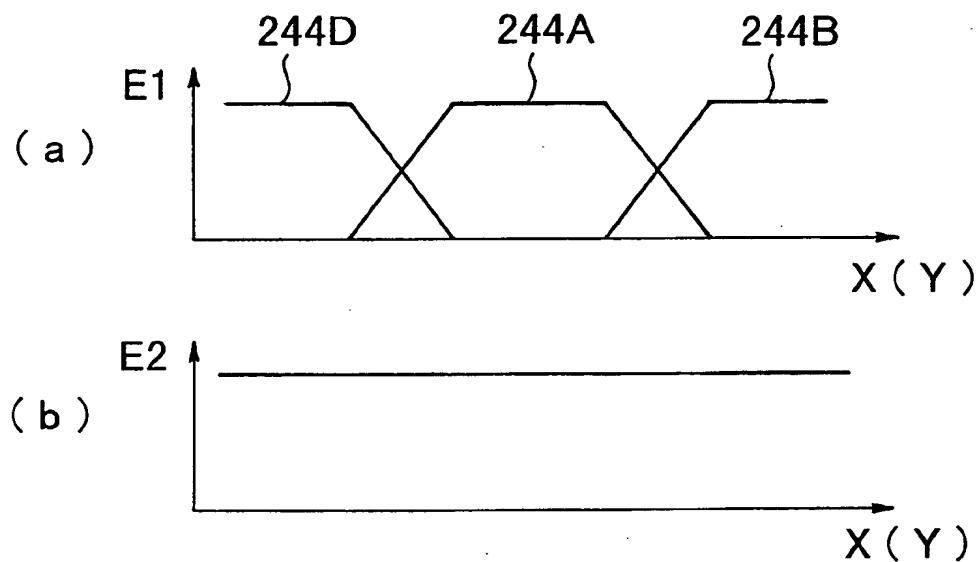
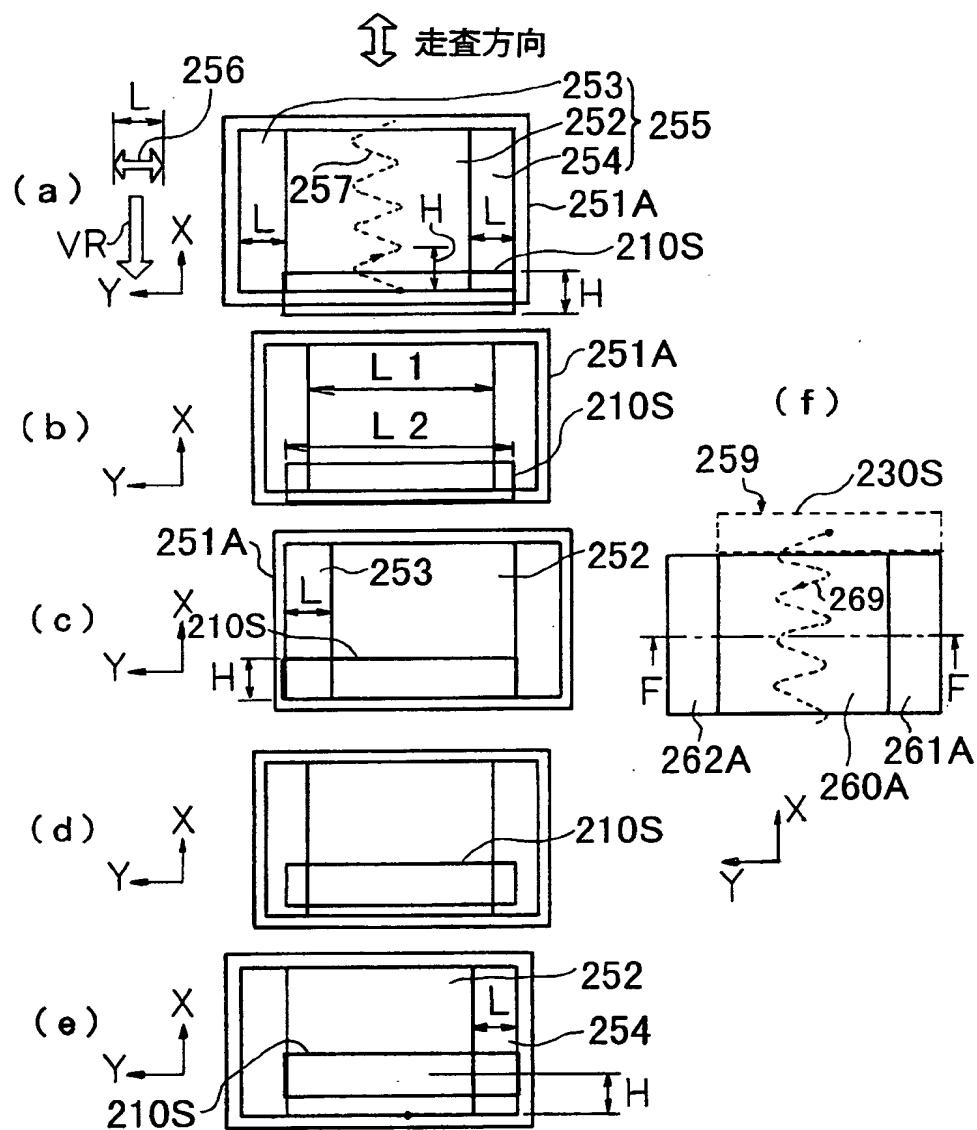
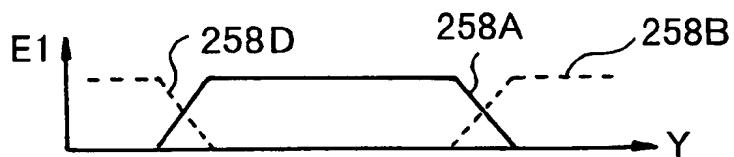


図 1 9

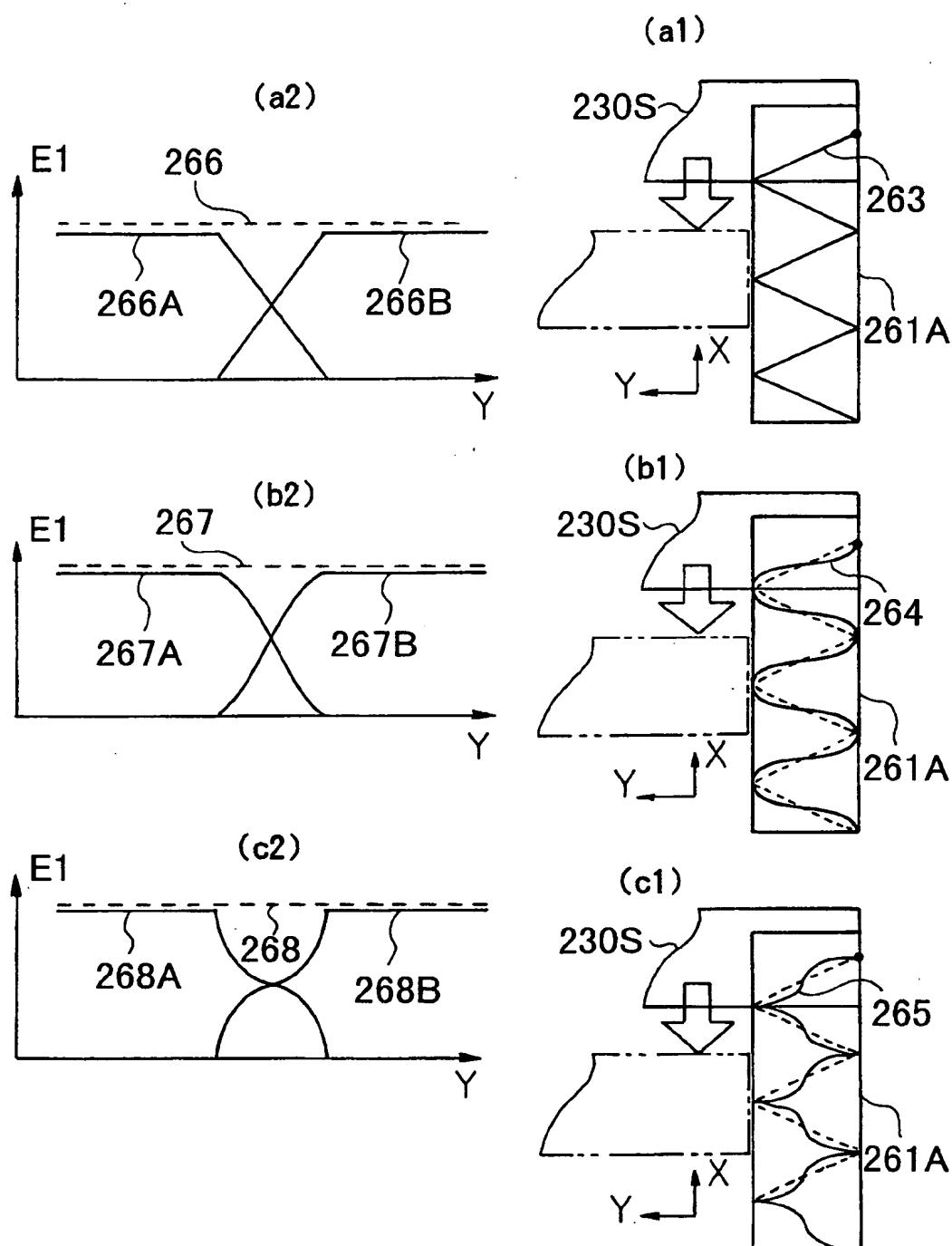


## 図 2 0



19/19

図 2 1



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP99/03218

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int.C1<sup>6</sup> G03F1/08, G03F7/20, H01L21/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.C1<sup>6</sup> G03F1/08, G03F7/20, H01L21/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Tokoku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Tokoku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y         | JP, 2-143513, A (Dainippon Printing Co., Ltd.),<br>1 June, 1990 (01. 06. 90),<br>Claims (Family: none)   | 1-3                   |
| Y         | JP, 2-139911, A (Fujitsu Ltd.),<br>29 May, 1990 (29. 05. 90),<br>Examples (Family: none)   | 2                     |
| Y         | JP, 63-18352, A (Director General, Agency of<br>Industrial Science and Technology),<br>26 January, 1988 (26. 01. 88),<br>Examples (Family: none) | 3                     |
| Y         | JP, 61-180275, A (Sharp Corp.),<br>12 August, 1986 (12. 08. 86),<br>Fig. 2 (Family: none)  | 3                     |
| X         | JP, 6-132195, A (Nikon Corp.),<br>13 May, 1994 (13. 05. 94),<br>Claims ; Fig. 2 & US, 5477304, A   | 4, 6, 8               |
| Y         |  | 5, 7                  |

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

|   |  |
|---|--|
| * Special categories of cited documents:  |  |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  |
| "E" earlier document but published on or after the international filing date  | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone   |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  | "&" document member of the same patent family  |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed  |  |

|  |  |
|--|--|
| Date of the actual completion of the international search<br>9 July, 1999 (09. 07. 99) | Date of mailing of the international search report<br>21 July, 1999 (21. 07. 99) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japanese Patent Office                         | Authorized officer   |
| Facsimile No.  | Telephone No.  |

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP99/03218

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G03F1/08, G03F7/20, H01L21/30

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G03F1/08, G03F7/20, H01L21/30

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-1999年

日本国登録実用新案公報 1994-1999年

日本国実用新案登録公報 1996-1999年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| Y               | JP, 2-143513, A (大日本印刷株式会社)<br>1. 6月. 1990 (01. 06. 90)<br>特許請求の範囲<br>(ファミリーなし) | 1-3              |
| Y               | JP, 2-139911, A (富士通株式会社)<br>29. 5月. 1990 (29. 05. 90)<br>実施例<br>(ファミリーなし)      | 2                |
| Y               | JP, 63-18352, A (工業技術院長)<br>26. 1月. 1988 (26. 01. 88)<br>実施例<br>(ファミリーなし)       | 3                |

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「I」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

|   |  |
|---|--|
| 国際調査を完了した日<br>09.07.99  | 国際調査報告の発送日<br>21.07.99   |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁 (ISA/JP)<br>郵便番号 100-8915<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 特許庁審査官 (権限のある職員)<br>岩本 勉<br>2M 9710<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3274 |

| C (続き) 関連すると認められる文献 |   | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|---------------------|---|------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*     | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   |                  |
| Y                   | J P, 61-180275, A (シャープ株式会社)<br>12. 8月. 1986 (12. 08. 86)<br>第2図<br>(ファミリーなし)             | 3                |
| X<br>Y              | J P, 6-132195, A (株式会社ニコン)<br>13. 5月. 1994 (13. 05. 94)<br>特許請求の範囲及び図2<br>&US, 5477304, A | 4, 6, 8<br>5, 7  |